Recherches-système en agriculture et développement rural

Symposium international

Montpellier, France – 21-25 novembre 1994

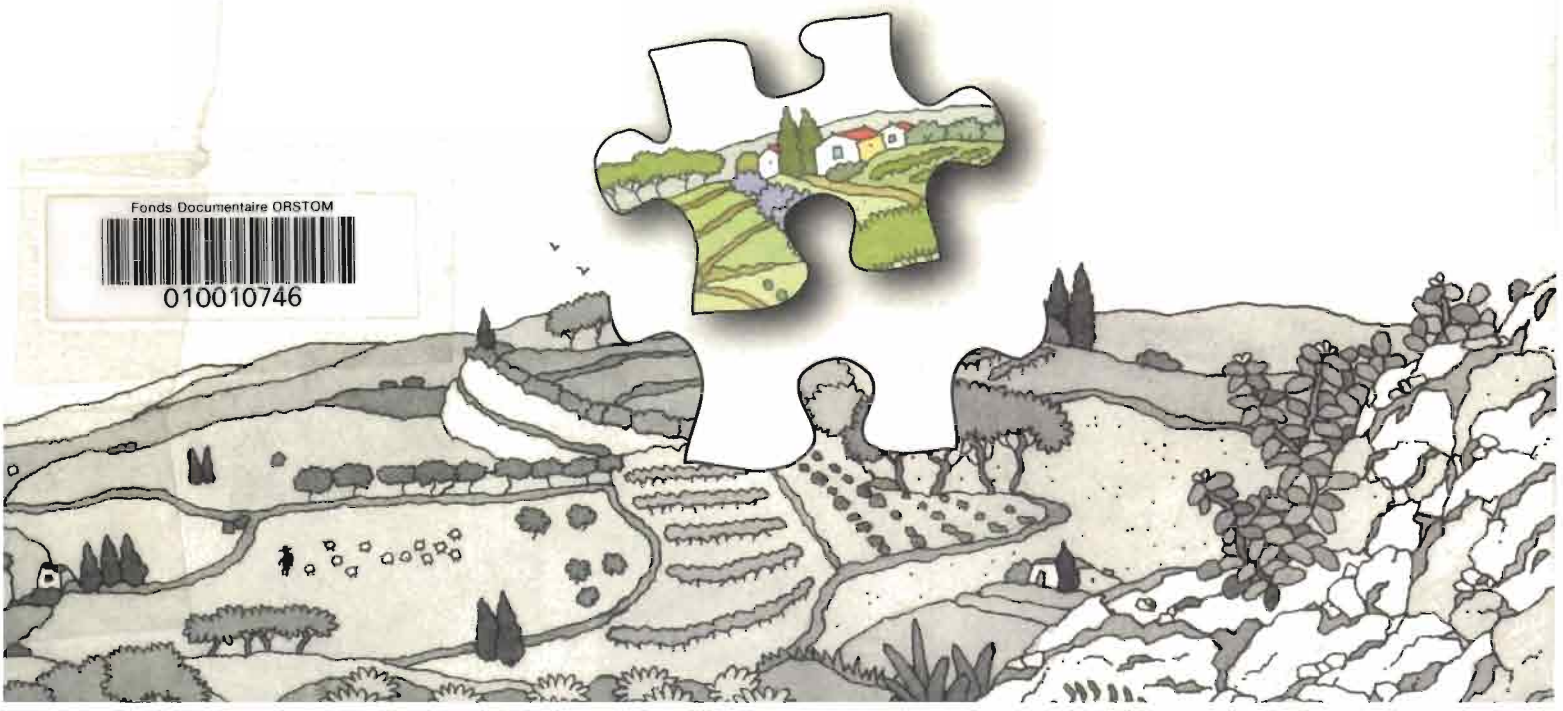
Systems-Oriented Research in Agriculture and Rural Development

International Symposium

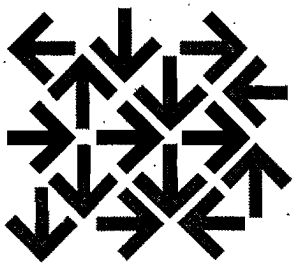
Montpellier, France – 21 to 25 November 1994

Communications / ***Papers***

Fonds Documentaire ORSTOM
010010746



Recherches-système en agriculture et développement rural
Systems-Oriented Research in Agriculture and Rural Development



Recherches-système en agriculture et développement rural

Symposium International
Montpellier, France – 21-25 novembre 1994

Systems-Oriented Research in Agriculture and Rural Development

International Symposium
Montpellier, France – 21 to 25 November 1994

Communications / ***Papers***
Sous la direction de Michel Sebillotte

Publication des communications / *Publication of papers*

Directrice de la publication / *Publication manager*	Christine Rawski (CIRAD-SAR)
Correction et traduction / *Editing and translation*	Didier Aviat, Danielle Blary, Jacques Bodichon, Mandy Mackenzie, Chritiane Quer-Schoepp, Mira Shah-Fischer
Maquette et mise en pages / *Layout and production*	Louma productions, Aniane, France
Dessin de couverture / *Cover illustration*	Claire Dubreucq
Impression / *Printing*	Louis-Jean, Gap, France

Les communications rassemblées dans ce document sont publiées sous la responsabilité de leur (s) auteur (s). Les délais de publication n'ont pas permis aux éditeurs de contacter les auteurs pour lever d'éventuelles ambiguïtés. Les références bibliographiques ont été publiées telles qu'elles ont été fournies par les auteurs.

The papers collected in this publication are the sole responsabilities of the authors. Our editors worked to strict publication deadlines, with no leeway to contact authors in the event of ambiguity. For the same reason, some references may be incomplete or incorrect.

ISBN 2-87614-181-7

© CIRAD – Novembre 1994

Publié et diffusé par : CIRAD-SAR
Service des éditions
BP 5035
34032 Montpellier cedex 1
France
Fax : (33) 67 61 12 23

Sommaire / Contents

1 Méthodes / Methods

2 Environnement / Environment

3 Agriculture intensive / High Input Agriculture

4 Savoirs paysans / Indigenous Knowledge

5 Organisations rurales / Local Organizations

6 Formation / Training

7 Politiques agricoles / Agricultural Policy

Index des auteurs / Authors Index

Table des matières / Table of Contents

Les mutations des agricultures à travers le monde, les évolutions de leurs contextes socio-économiques depuis quelques décennies sont considérables et, très probablement, nous entrons dans une ère de changement et d'incertitude permanents : il n'est plus possible de penser l'agriculture sans la resituer dans le développement rural et celui-ci dans le développement global. Ces constatations, aujourd'hui largement admises, impliquent de repenser les outils méthodologiques disponibles pour l'analyse, le diagnostic et l'action. Parmi ceux-ci, les démarches "systémiques" ont progressivement acquis une place privilégiée. Quelle est la valeur actuelle de ces démarches ? A quelles conditions ces outils peuvent-ils conserver leur valeur dans la situation mondiale très évolutive d'aujourd'hui ? En effet, les travaux menés dans diverses disciplines impliquées dans les questions de développement soulignent l'importance des approches dynamiques et, plus généralement, la nécessité d'une meilleure prise en compte du temps, des anticipations des acteurs et des interrelations entre les systèmes et leurs environnements, naturel et socio-économique. Pour traiter de ces questions, le symposium est organisé en conférences plénières et en sept ateliers, qui permettront d'aborder plusieurs des champs qui posent question aujourd'hui.

Agriculture throughout the world has changed considerably over the past few decades; related socioeconomic conditions have also evolved. We are probably entering an era of permanent change and uncertainty. Agriculture cannot be dissociated from rural development, and rural development from global change. These observations only confirm the need to rethink the methodological tools for analysis, diagnosis, and action. The systems approach has gained wide acceptance, but how relevant is it to the current context? How can it maintain its value in a changing environment? Development-related interdisciplinary research stresses the importance of a dynamic approach that integrates farmers' aspirations, and the interaction between farming systems and their natural and socioeconomic environments. The Systems-Oriented Research Symposium is organized into plenary sessions and seven workshops to allow meaningful discussion of the diverse issues involved in current agricultural research.

Michel Sebillotte

Partenaires financiers
Sponsors

Nous remercions tous nos partenaires financiers, sans l'aide desquels la tenue de ce symposium n'aurait pas été possible.
We thank all our sponsors, without the backing of whom this symposium would not have been possible.

France

Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD)
Centre national d'études agronomiques des régions chaudes (CNEARC)
Groupe de recherche et d'échanges technologiques (GRET)
Institut agronomique méditerranéen de Montpellier (CIHEAM/IAMM)
Institut national de la recherche agronomique (INRA)
Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération (ORSTOM)
Ministère de la Coopération et du Développement
Ministère des Affaires étrangères
Ministère de l'Agriculture
Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche
Conseil régional du Languedoc-Roussillon
District de Montpellier
Conseil général de l'Hérault

Autres pays
Other countries

Commission des Communautés européennes
  Direction générale I : Relations économiques extérieures (Unités techniques Amérique latine, Asie, Méditerranée)
  Direction générale XII : Science, recherche et développement
Ministère des Affaires étrangères (DGIS), Pays-Bas
Ministère des Affaires étrangères (DANIDA), Danemark
Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), Allemagne
Overseas Development Administration (ODA), Royaume-Uni
Centre technique de coopération agricole et rurale (CTA), Pays-Bas
Centre de recherches pour le développement international (CRDI), Canada
Special Program for African Agricultural Research (SPAAR), Etats-Unis

La décision d'organiser un symposium international sur les recherches-système en agriculture et développement rural a été prise à l'occasion de la réunion du "Groupe d'Amsterdam", qui s'est déroulée du 25 au 27 novembre 1992 à l'Institut royal des tropiques (KIT, *Koninklijk Instituut voor de Tropen*) à Amsterdam, et rassemblait essentiellement des organismes d'enseignement, de recherche agronomique et de développement. Les instituts représentés étaient les suivants :

AFSR/E, CDR (Danemark), CIRAD (France), ETC (Pays-Bas), Faculté d'agriculture, Université de Gembloux (Belgique), GRET (France), GTZ (Allemagne), ICRA (Pays-Bas), INRA (France), KIT (Amsterdam), NRI (Royaume-Uni), ODI (Royaume-Uni), ORSTOM (France), RTI (Pays-Bas), Université de Dublin (Irlande), Université d'East Anglia (Royaume-Uni), Université d'Edimbourg (Royaume-Uni), Université agricole de Gödöllo (Hongrie), Université d'Hohenheim (Allemagne), Université d'Uppsala (Suède), Université de Reading (Royaume-Uni), Université agricole de Prague (République fédérale tchèque), Université de Wageningen (Pays-Bas).

Les organisateurs du symposium

L'AFSR/E *(Association for Farming Systems Research and Extension)* est une association internationale qui se charge de promouvoir les approches de recherche et de vulgarisation qui considèrent l'exploitation agricole comme un système. Elle a organisé les douze précédents symposiums internationaux sur les systèmes agricoles. Les trois derniers, respectivement en 1990, 1991 et 1992, se sont tenus à Michigan State University, aux Etats-Unis.

AGRINET est un forum et observatoire des réseaux de recherche et de développement agricole des pays du Sud, basés en Europe. Il a publié avec le CTA (Centre technique de coopération agricole et rurale, Pays-Bas) un ouvrage intitulé "Réseau d'échange d'informations pour le développement agricole", de John Nelson et John Farrington.

Le CIHEAM (Centre international des hautes études agronomiques méditerranéennes) a été créé en 1962 à l'initiative de l'OCDE et du Conseil de l'Europe par un accord intergouvernemental entre sept pays de l'Europe du Sud (Espagne, France, Grèce, Italie, Portugal, Turquie, Yougoslavie). L'IAMM (Institut agronomique méditerranéen de Montpellier), localisé à Montpellier, est l'un des quatre instituts du CIHEAM. Il est spécialisé dans le développement agricole, agroalimentaire et rural et anime plusieurs réseaux de recherche méditerranéens. Un cycle long de formation débouchant sur un *Master of Science* et un ensemble de cycles courts sont organisés dans les institutions de formation du nord et du sud de la Méditerranée.

Le CIRAD (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement) est un organisme scientifique spécialisé en agriculture des régions tropicales et subtropicales. Sous la forme d'un établissement public, il est né en 1984 de la fusion d'instituts de recherche en sciences agronomiques, vétérinaires, forestières et agroalimentaires des régions chaudes. Sa mission : contribuer au développement de ces régions par des recherches, la formation, l'information scientifique et technique. Il intervient dans une cinquantaine de pays. Il comprend sept départements de recherche : CIRAD-CA (cultures annuelles), CIRAD-CP (cultures pérennes), CIRAD-FLHOR (productions fruitières et horticoles), CIRAD-EMVT (élevage et médecine vétérinaire), CIRAD-Forêt (forêts), CIRAD-SAR (systèmes agroalimentaires et ruraux), et CIRAD-GERDAT (gestion, recherche, documentation et appui technique). Le CIRAD travaille dans ses propres centres de recherche, au sein de structures nationales de recherche agronomique des pays partenaires, ou en appui à des opérations de développement.

Le CNEARC (Centre national d'études agronomiques des régions chaudes) est une école de spécialisation du ministère de l'Agriculture français. Sa mission principale est de former des cadres pour le développement rural des pays du Sud. Il comprend trois composantes : le cycle d'Etudes supérieures d'agronomie tropicale (ESAT), le cycle d'Etudes des ingénieurs de techniques agricoles des régions chaudes (EITARC) et le département de la formation continue.

Le GRET (Groupe de recherche et d'échanges technologiques) est une association de professionnels du développement rural impliqués dans des actions de soutien à l'innovation technologique, à la fois en Europe et dans divers pays d'Afrique, d'Asie et d'Amérique latine. En matière rurale, les actions du GRET s'appuient sur une méthodologie associant recherche, formation et appui direct au développement.

L'INRA (Institut national de la recherche agronomique) est un établissement public national à caractère scientifique et technologique placé sous la tutelle du ministère chargé de la recherche et du ministère chargé de l'agriculture. Il comporte 23 départements de recherche. Chaque département est placé sous la responsabilité d'une des six directions scientifiques : milieu physique, productions végétales, productions animales, industrie, agroéconomie, développement agricole.

L'ORSTOM (Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération) conduit depuis cinquante ans des recherches sur les milieux intertropicaux, et intervient en partenariat dans une trentaine de pays. Il est structuré en cinq grands départements de recherche. Les recherches sur l'agriculture et les systèmes agricoles et ruraux mobilisent des chercheurs de disciplines variées : sciences agronomiques, sciences de la nature et sciences sociales. Elles sont conduites principalement par différentes unités de recherche du département "Milieux et activité agricole".

Président du Symposium
Guy Paillotin, Président du CIRAD et de l'INRA

Comité de pilotage européen
Président : John Farrington, chercheur, ODI/Agrinet
Membres : Jacques Brossier (INRA, France), Werner Doppler (Université de Hohenheim, Allemagne), John Farrington (ODI/Agrinet, Royaume-Uni), Jacques Faye (CIRAD, France), Janice Jiggins (Présidente, AFSR/E), Spiros Kyritsis (Université agricole d'Athènes, Grèce), Helle Munk Ravnborg (CDR, Danemark), Jean Van Gysel (Gembloux, Belgique), Janos Varga (Université agricole de Gödöllo, Hongrie).

Comité scientifique
Président : Michel Sebillotte, Directeur scientifique, INRA
Membres : Joseph Bonnemaire (ENSSAA), Jacques Brossier (INRA), Pierre Campagne (IAMM), Jean-Pierre Chaveau (ORSTOM), Julien Coléou (INA-PG), Jean-Pierre Darré (GERDAL), Pierre Dauce (ENSSAA), Michel Dulcire (CIRAD), John Farrington (ODI/Agrinet), Jacques Faye (CIRAD), André Hentgen (INRA), Bernard Hubert (INRA), Janice Jiggins (AFSR/E), Philippe Lacombe (ENSAM), Marie-Thérèse Le Tablier (Centre d'étude de l'emploi), Hubert Manichon (CIRAD), Pierre Milleville (ORSTOM), Pierre-Louis Osty (INRA), Didier Pillot (GRET), Roberto Rubino (Instituto sperimentale per la zootecnia), Philippe Viaux (ITCF), Jean-Michel Yung (CIRAD).

Comité d'organisation
Président : Jacques Faye, Directeur scientifique, CIRAD-SAR
Coordinateur : Michel Dulcire (CIRAD)
Assistante : Anne-Marie Seng-Sourinho (CIRAD)
Membres : Jacques Brossier (INRA), Pierre Campagne (IAMM), John Farrington (ODI/Agrinet), André Hentgen (INRA), Philippe Jouve (CNEARC), Patrice Levang (ORSTOM), Pierre Milleville (ORSTOM), Hubert Nicolas (Montpellier Languedoc-Roussillon Technopole), Didier Pillot (GRET).

The decision to organize an international symposium on systems-oriented research in agriculture and rural development was taken at the meeting of the Amsterdam Group that took place from 25 to 27 November 1992 at the Royal Tropical Institute (KIT, *Koninklijk Instituut voor de Tropen*) in Amsterdam. The following teaching and research organizations with an interest in agriculture and development were represented :

The International AFSR/E; CDR (Denmark); CIRAD (France); ETC (The Netherlands); Faculty of Agriculture, University of Gembloux (Belgium); GRET (France); GTZ (Germany); ICRA (The Netherlands); INRA (France); KIT (Amsterdam); NRI (United Kingdom); ODI (United Kingdom); ORSTOM (France); RTI (Netherlands); University of Dublin (Ireland); University of East Anglia (United Kingdom); University of Edinburgh (United Kingdom); Agricultural University of Gödöllo (Hungary); University of Hohenheim (Germany); University of Uppsala (Sweden); University of Reading (United Kingdom); Agricultural University of Prague (Czech Republic); Agricultural University of Wageningen (The Netherlands).

Organizers of the symposium

The AFSR/E (Association for Farming Systems Research and Extension) is an international association dedicated to systems-oriented research and extension. It organized the twelve previous international symposia on agricultural systems. The last three, (1990, 1991, and 1992) were held at Michigan State University, USA.

AGRINET is a forum for European-based networks concerned with agricultural research and development in the South. Recently, its main activity has been to survey network objectives, philosophies and organization. "Information Exchange Networking for Agricultural Development", by John Nelson and John Farrington, is a joint publication of AGRINET and the CTA *(Centre technique de coopération agricole et rurale,* The Netherlands*)*.

CIHEAM *(Centre international des hautes études agronomiques méditerranéennes)* was founded in 1962 on the initiative of the OECD and the Council of Europe, through an intergovernment agreement between seven southern European countries (France, Greece, Italy, Portugal, Spain, Turkey, Yugoslavia). The IAMM (Institut agronomique méditerranéen de Montpellier), based in Montpellier, is one of the four institutes belonging to CIHEAM. It specializes in agricultural development, the food industry and rural development, and supports several Mediterranean research networks. The training organizations, situated both north and south of the Mediterranean, offer a long training course leading to a Master of Science degree, and a series of shorter courses.

CIRAD *(Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement)* is a French research organization that specializes on agriculture in the tropics and subtropics. It is a state-owned body and it was established in 1984 following the consolidation of French agricultural, veterinary, forestry, and food technology research organizations for the tropics and subtropics. CIRAD's mission is to contribute to the economic development of these regions through research, experiments, training, and dissemination of scientific and technical information. CIRAD is made up of seven departments : CIRAD-CA (annual crops), CIRAD-CP (tree crops), CIRAD-FLHOR (fruit and horticultural crops), CIRAD-EMVT (livestock production and veterinary medicine), CIRAD-Forêt (forestry), CIRAD-SAR (food technology and rural systems), and CIRAD-GERDAT (management, common services and laboratories, documentation). CIRAD operates through its own research centers, national agricultural research systems, or development projects.

CNEARC *(Centre national d'études agronomiques des régions chaudes)* is a specialist school under the direction of the French Ministry of Agriculture. Its main mission is to train rural development professionals for working in the South. It has three major responsabilities : i) university-level courses in tropical agronomy (ESAT), ii) agricultural engineering studies for tropical regions (EITARC), and iii) the department of further education.

GRET (*Groupe de recherche et d'échanges technologiques*) is an association of rural development professionals involved in technical innovation support projects in Europe, and in

various African, Asian and South American countries. Its projects apply combinations of research, training, and direct support in the broad sphere of rural development.

INRA *(Institut national de la recherche agronomique)* is a national state-supported scientific and technological establishment reporting to the French Ministries of Research and of Agriculture. It has 23 research departments. Each department falls under one of six scientific directorates : physical environment, plant production, livestock farming, industry, agricultural economy, agricultural development.

ORSTOM *(Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération)* has been conducted research in tropical areas for roughly 50 years and is a member of various partnerships in about 30 countries. It has five main research departments. Research in agriculture and agricultural and rural systems involves various disciplines including agricultural, natural, and social sciences. This research is mainly conducted by various units of the department of Agricultural Environment and Activites.

President of the Symposium
Guy Paillotin, President of CIRAD and INRA

European Steering Committee
President : John Farrington, Research Fellow, ODI/Agrinet
Members : Jacques Brossier (INRA, France), Werner Doppler (University of Hohenheim, Germany), John Farrington (ODI/Agrinet, United Kingdom), Jacques Faye (CIRAD, France), Janice Jiggins (President, AFSR/E), Spiros Kyritsis (Agricultural University of Athens, Greece), Helle Munk Ravnborg (CDR, Denmark), Jean van Gysel (Gembloux, Belgium), Janos Varga (Agricultural University of Gödöllo, Hungary)

Scientific Committee
President : Michel Sebillotte, Scientific Director, INRA
Members : Joseph Bonnemaire (ENSSAA), Jacques Brossier (INRA), Pierre Campagne (IAMM), Jean-Pierre Chaveau (ORSTOM), Julien Coléou (INA-PG), Jean-Pierre Darré (GERDAL), Pierre Dauce (ENSSAA), Michel Dulcire (CIRAD), John Farrington (ODI/Agrinet), Jacques Faye (CIRAD), André Hentgen (INRA), Bernard Hubert (INRA), Janice Jiggins (AFSR/E), Philippe Lacombe (ENSAM), Marie-Thérèse Le Tablier (Centre d'étude de l'emploi), Hubert Manichon (CIRAD), Pierre Milleville (ORSTOM), Pierre-Louis Osty (INRA), Didier Pillot (GRET), Roberto Rubino (Instituto sperimentale per la zootecnia), Philippe Viaux (ITCF), Jean-Michel Yung (CIRAD)

Organizing Committee
President : Jacques Faye, Scientific Director, CIRAD-SAR
Coordinator : Michel Dulcire (CIRAD)
Assistant : Anne-Marie Seng-Sourinho (CIRAD)
Members : Jacques Brossier (INRA), Pierre Campagne (IAMM), John Farrington (ODI/Agrinet), André Hentgen (INRA), Philippe Jouve (CNEARC), Patrice Levang (ORSTOM), Pierre Milleville (ORSTOM), Hubert Nicolas (Montpellier Languedoc-Roussillon Technopole), Didier Pillot (GRET)

1

Méthodes / Methods

Méthodes et échelles d'intervention : Quel renouvellement méthodologique pour les recherches-système ?

In what ways do the scope and methodologies of systems research need to be redefined?

Typologies d'exploitations agricoles, dynamique de diversification et macrocontraintes

Quelques leçons méthodologiques d'une expérience au Vietnam

The Tuan Dao
Institut national des sciences agronomiques (INSA), Hanoi, Vietnam

Résumé

En comparant des classifications d'exploitations agricoles au Vietnam basées sur différents critères, la communication fait apparaître l'objectif de production de l'exploitation comme le critère le plus pertinent de typologie dans une perspective d'appui au développement. Dans un même village, les familles montrent des objectifs de production différents, en partie produits par des accès différenciés aux facteurs de production ; elles montrent également des stratégies de production différentes. Une typologie selon les objectifs de production peut aussi révéler le stade de transformation de l'économie familiale dans la transition qui la conduit de la production pour l'autoconsommation à l'intégration au marché. On montre que la différenciation des exploitations s'explique par celle des activités économiques. Le facteur décisif qui détermine l'ampleur de la diversification sur une exploitation varie selon les régions : le capital dans les deltas, la main-d'œuvre ou la terre dans les régions de montagne ou de collines. Pour mieux comprendre le fonctionnement du système agraire et déterminer ses contraintes, il convient de bien le replacer dans son environnement écologique et économique, ce dernier aspect incluant à la fois le fonctionnement des filières de produit et les grands équilibres macroéconomiques.

Abstract

Farm Households, Diversification, and Macro Constraints Lessons in Methodology from an Experience in Vietnam

Comparison of types of farm household in Vietnam, reveals production as being the most relevant typological criterion for development. Families belonging to the same village have different production objectives, partly as a result of differentiated access to production factors. They also have different production strategies. Classification by production objectives can also identify the status of the household economy in the transition from autosubsistence to market integration. Differentiation of households is shown to be the result of diversification of economic activities. The factor that determines the extent of diversification at household level varies according to the region. In the deltas, it is capital, while in the mountains and hills, it is land. The farming system and its associated constraints are better understood if they are considered in the appropriate ecological and economic (including product channels and macroeconomic equilibria) environments.

Introduction

Si l'étude des systèmes agraires d'un pays a pour objectif de fournir les connaissances utiles pour l'appui au développement rural, il est indispensable d'élaborer une méthodologie qui permette d'aborder tous les problèmes concernant ce secteur. Dans cette communication, nous essayons d'utiliser une approche quantitative et comparative pour discuter cette question.

L'établissement des typologies d'unités de production

Pour comprendre un système agraire, il nous faut analyser d'une manière cohérente à la fois le milieu naturel, le milieu social et économique ainsi que les techniques de production (Jouve, 1988). Il est toujours utile de tenir compte de l'évolution du système (Mazoyer, 1987). Habituellement, dans les études des systèmes agraires, on procède à des analyses séparées du milieu naturel (zonage), du milieu socioéconomique et des techniques de production ; ainsi, on identifie séparément les contraintes de ces systèmes. On choisit de procéder soit à des typologies structurelles, soit à des typologies fonctionnelles d'exploitation. Selon P. Jouve (1986), une typologie établie dans une perspective d'appui au développement doit rendre compte, de façon globale et synthétique, de la diversité de fonctionnement des exploitations. Cet auteur cite plusieurs exemples de typologie qui, en réalité, s'appuient sur un petit nombre de facteurs que le chercheur considère comme importants pour expliquer la diversité du fonctionnement des ex-

ploitations. Pour répondre aux exigences du développement rural au Vietnam, nous devrons mettre au point une méthodologie plus objective, qui soit utilisable dans les situations agraires très diversifiées de notre pays (près de 2 000 km du nord au sud).

Dans les conditions économiques et sociales qui marquent les systèmes de production de notre pays, l'unité de base de la production est la famille. Chacune de ces familles exploite environ 0,3 à 0,9 ha, représentant en moyenne neuf parcelles situées dans les différents terroirs écologiques d'un village. Bien évidemment, ces familles ne sont pas dans une situation sociale homogène et leurs exploitations correspondent à des niveaux variables d'accumulation. Il est difficile de déterminer un (ou quelques) facteur (s) pouvant expliquer la position de chacune d'entre elles dans l'ensemble des exploitations vietnamiennes et de raisonner le développement global de cet ensemble.

Nous avons essayé différentes formules de typologie d'exploitations pour déterminer laquelle pourrait à la fois traduire le mieux la diversité existante et s'appliquer à toutes les situations régionales du pays :

- selon l'objectif dominant qui semble gouverner les choix stratégiques ;
- selon la stratégie de production (combinaison des activités économiques) elle-même ;
- selon les facteurs de production disponibles ;
- selon le niveau de production et les performances économiques.

L'utilisation de la classification hiérarchique et de la méthode de groupement autour des centres mobiles (Bouroche et Saporta, 1980) nous a permis de diviser les exploitations selon des groupes dont les frontières varient selon les critères choisis. Il existe une certaine relation entre les diverses formules testées, car ce sont les facteurs de la production qui déterminent en partie l'objectif de la production ; l'objectif de la production détermine lui-même en partie le choix de la stratégie de la production et les performances économiques sont en partie le résultat des choix stratégiques opérés.

Néanmoins, il n'y a pas de relation mécanique entre ces critères, puisque l'effet d'un critère prétendument déterminant sur un critère déterminé interfère avec de nombreux autres paramètres qui s'expriment soit à une échelle supérieure (par exemple, les conditions agroécologiques générales de la région, l'organisation du système social, l'état des marches) soit à une échelle inférieure (la qualité des parcelles, l'état des animaux, etc.).

Pour classer les familles selon leur objectif, nous avons appliqué la méthode du calcul de la fonction d'utilité (Ellis, 1988) à chaque exploitation séparément. Les résultats confirment que, dans un même village, les familles ont des objectifs tout à fait différents (tableau I). Cette typologie rend également compte, dans une certaine mesure, de la position de l'exploitation sur la trajectoire d'accumulation d'une agriculture de subsistance à une agriculture marchande à travers des étapes intermédiaires (tableau II). Pour les familles pauvres, qui n'ont pas la maîtrise des facteurs de production, l'objectif dominant est la production pour l'autoconsommation ; avec le temps, la famille accumule, l'exploitation devient de plus en plus gouvernée par un objectif de production marchande.

En comparant cette typologie avec les autres, nous pouvons vérifier par un test de Chi^2 que la classification retenue recoupe largement celle issue des familles de typologie basées sur les moyens de production, des stratégies ou des résultats économiques. Nous vérifions ainsi que les stratégies de production évaluées par les combinaisons d'activités d'exploitation, ayant différents objectifs de production, sont elles-mêmes différentes.

Lorsqu'on analyse la fonction de production correspondant à l'exploitation moyenne de chaque type de famille (tableau III), il ressort clairement que l'importance relative de chaque facteur contribuant à la production varie entre les différents types. On en conclut que les contraintes diffèrent entre les différents types d'exploitation lorsque ceux-ci sont déterminés selon l'objectif de production. En conséquence, les solutions pour aider les différents types de foyer à lever ces contraintes devraient être modulées selon ces types.

Pour mieux comprendre la situation sociale et économique des familles, nous avons calculé région par région le seuil auquel une famille atteint l'autosuffisance vivrière et le seuil de reproduction simple. Ces deux seuils correspondent à des étapes dans un processus d'accumulation.

Les enquêtes que nous avons réalisées montrent que la proportion des familles dépassant l'autosuffisance est encore très faible dans la plupart des régions (tableau II). Cela n'empêche pas beaucoup de nos économistes de prétendre que nos paysans réagissent au marché comme des entrepreneurs et que le seul mécanisme du libre jeu de l'offre et de la demande sur les productions agricoles et sur les intrants, avec des services commerciaux de crédit et une vulgarisation financée par ses utilisateurs, pourrait un jour rendre ces paysans riches. Le développement agricole se produirait ainsi sans aucune intervention de l'Etat alors que, jusqu'à une date récente, dans le cadre de l'économie centralement planifiée, cette intervention était considérable.

Diversification des activités et accumulation économique dans les exploitations agricoles

Nous constatons une corrélation entre le niveau de production des exploitations et la diversification de leurs activités économiques. La diversification des activités apparaît comme génératrice d'emplois et de revenus. On constate aussi que le coefficient de variation de la valeur globale de la production générée par différentes spéculations des exploitations d'un même village (tableau IV) est en général le plus faible pour le riz. En deuxième rang viennent les cultures maraîchères, les cultures vivrières secondaires, l'élevage, le verger et enfin les activités non agricoles. Pour l'est du Sud-Vietnam, où le riz n'est pas la culture principale, le coefficient de variation est en revanche minimal pour les cultures industrielles et les vivrières secondaires. Dans chaque cas, il y a des spéculations de base communes à toutes les exploitations et d'autres activités que seules les exploitations disposant de moyens suffisants peuvent développer.

Pour étudier la relation entre diversification et produit brut d'exploitation, nous avons établi un indice de diversifi-

Tableau I. Caractérisation de types d'exploitation familiale dans quatre villages représentatifs de quatre régions du Vietnam.

Montagnes du nord : Dông Vien (Cho Don, Bac Thaï) - Coef. Gini : 0.15

Type	Exploitation (%)	Produit brut (1000 d)	Balance vivrière	Balance financière	Produit consommé	Produit marchand	Objectif de production	Stratégie de production	Facteurs de production	Contraintes
1	28	633	- 155	522	480	153	consommation	ERV	tcl	Capital
2	38	1 171	224	976	492	679	cons. + marché	REV	Tcl	cap, trav
3	6	1 751	- 178	1 207	722	1 028	Marché	ERJ	TCL	cap, trav
4	16	1 983	249	1 721	472	1 510	Marché	REJ	TCL	ter, cap
5	12	4 710	932	2 517	484	2 526	Marché	EVJ	TCL	travail
Moyenne		1 403	177	1 164	500	903				

Delta du fleuve Rouge : Thaï Tan (Nam Thanh, Haï Hung) - Coef. Gini : 0.10

Type	Exploitation (%)	Produit brut (1000 d)	Balance vivrière	Balance financière	Produit consommé	Produit marchand	Objectif de production	Stratégie de production	Facteurs de production	Contraintes
1	47	989	193	38	531	458	consommation	REN	tcL	capital
2	9	1 286	257	- 37	915	372	cons. + marché	REN	tCL	terre
3	30	1 627	295	620	571	1 055	marché	ERN	TCL	travail
4	8	1 822	765	734	578	1 243	marché	REV	TCL	travail
5	6	2 907	292	1 616	828	2 080	marché	ENR	TCL	cap, trav
Moyenne		1 394	279	660	599	1 623				

Est du Sud-Vietnam : Phu Ngoc (Dinh Quan, Dông Naï) - Coef. Gini : 0.23

Type	Exploitation (%)	Produit brut (1000 d)	Balance vivrière	Balance financière	Produit consommé	Produit marchand	Objectif de production	Stratégie de production	Facteurs de production	Contraintes
1	61	1 598	- 258	285	962	637	consommation	NIE	tcl	terre
2	13	2 046	63	297	1 323	723	consommation	NIR	TcL	terre, cap
3	16	4 959	- 300	1 828	1 820	3 139	consommation	INE	TCL	terre
4	2	7 481	1 755	3 474	1 932	5 549	marché	IRE	TCl	capital
5	8	10 932	- 227	6 113	1 952	9 142	marché	INE	TCL	travail
Moyenne		5 935	- 155	2 569	1 657	4 278				

Delta du Mékong : Hoa Khanh (Duc Hoa, Long An) - Coef. Gini : 0.16

Type	Exploitation (%)	Produit brut (1000 d)	Balance vivrière	Balance financière	Produit consommé	Produit marchand	Objectif de production	Stratégie de production	Facteurs de production	Contraintes
1	26	786	- 175	- 346	599	187	consommation	MER	tcl	capital
2	20	1 574	- 54	- 416	1 053	520	consommation	MER	tcl	capital
3	4	1 610	220	- 1 314	1 622	-12	consommation	MRE	TCL	trav, capital
4	23	2 297	127	344	750	1 547	marché	EMR	tCL	capital
5	12	2 622	453	- 327	1 206	1 417	cons + marché	MRE	TCL	capital
13	4 000	631	934	983	3 017	marché	MER	TCL	capital	
Moyenne		1 981	119	- 69	895	1 086				

Notes : 1 - Toutes les données sont en 1000 dông (prix de 1992). 2 - L'objectif de production est estimé par la fonction de Cobb-Douglas : [Y = f (C, M)]. 3 - R = riz ; V = vivres autres que le riz ; M = cultures maraîchères ; I = cultures industrielles ; E = élevage ; N = activités non agricoles. 4 - T = terres ; C = capital ; L = travail (en majuscule : au-dessus de la moyenne ; en minuscule : au-dessous de la moyenne). 5 - Les contraintes sont déterminées par la fonction de Cobb-Douglas : [Y = f (L, C, V)].

Tableau II. Typologie d'exploitation en fonction de l'objectif de production.

	Autoconsommation			Autoconsommation et vente	Vente	Produit brut (1000d/cap)	Coefficient Gini
	1a	1b	1c				
Montagnes du Nord	7	0	22	44	26	1 117	0,14
Delta du fleuve Rouge	0	6	39	17	27	1 304	0,12
Est du Sud-Vietnam	0	32	39	0	28	2 289	0,21
Delta du Mékong	10	16	12	16	45	2 322	0,19

Note : 1a : en-dessous du seuil d'autosuffisance vivrière. 1b : en-dessous du seuil de reproduction simple. 1c : au-dessus du seuil de reproduction simple.

Tableau III. Fonctions de production des différents types de foyers.

	Types	Constante	Coefficient d'élasticité			Coefficient
		ln A	Terre	Capital	Travail	de détermination
Dông Vi	1	5,51	-0,02	0,21	-0,05	0,32
en (montagnes. du Nord)	2	7,20	-0,09	0,10	0,09	0,11
	3	7,67	-0,01	-0,01	-0,02	0,03
	4	6,76	0,04	0,15	0,35	0,64
Quoc Tuan	1	2,46	0,04	0,70	0,03	0,73
(delta du fleuve Rouge)	2	3,75	0,12	0,43	0,04	0,45
	3	4,03	0,11	0,40	-0,04	0,58
	4	4,66	0,11	0,32	0,10	0,38
	5	5,46	-0,05	0,41	0,14	0,71
Phu Ngoc	1	7,03	0,12	0,01	-0,06	0,05
(est du Sud-Vietnam)	2	7,88	0,19	-0,01	0,13	0,14
	3	8,29	0,08	-0,03	0,10	0,96
	4	8,27	0,05	0,03	-0,51	0,45
	5	9,54	0,07	0,001	0,37	0,60
Hoa Khanh	1	1,67	0,24	0,56	0,22	0,49
(delta du Mékong)	2	4,10	0,36	0,86	0,49	0,82
	3	3,76	-0,21	0,78	0,11	0,64
	4	3,39	0,06	0,56	-0,05	0,94
	5	6,31	-0,09	0,36	0,16	0,59

Tableau IV. Coefficient de variation des différents types d'activités économiques des différents villages.

		Coefficient de variation (VC %)							
Communes	Produit brut (1000 d)	Produit brut	Riz	vivrières secondaires	Cultures maraîchères	Cultures industrielles	Jardins	Elevage	Activités non agricoles
Dông Vien (montagnes du Nord)	1 403	58	81	139	-	-	200	115	96
Quoc Tuan (delta du fleuve Rouge)	1 405	43	30	197	75	-	101	59	215
Phu Ngoc (est du Sud-Vietnam)	3 006	99	293	467	436	168	-	371	111
Hoa Khanh (delta du Mékong)	1 981	57	72	-	63	-	-	96	172

Tableau V. Relation entre le produit brut des exploitations et la diversification des activités économiques
Régression entre le produit brut et l'indice de diversification.

Communes	Constantes	Coefficient X	Coefficient de détermination
Dông Vien (montagnes du Nord)	347,3	165,6	0,83
Quoc Tuan (delta du fleuve Rouge)	786,1	124,0	0,45
Phu Ngoc (est du Sud-Vietnam)	1 937,3	178,1	0,25
Hoa Khanh (delta du Mékong)	394,9	396,6	0,77

Note : L'indice de diversification employé est une modification de l'indice de diversité employé en écologie, proposé par Simpson (Odum E.P.,1986).

$$D = \sum_{i=1}^{n} (x_{ij}/x_i^{-2})$$

x_{ij} : *produit brut de la branche d'activité j de l'exploitation*

x_i : *produit brut moyen de la branche j de toutes les exploitations*

Tableau VI. Régression entre le coefficient de diversité et les facteurs de production.

Communes	Coefficient de variation	Constante	Fonction de production			Coefficient de détermination
			Terre	Capital	Travail	
Dông Vien (montagnes du Nord)	6,4	4,3	0,01	-0,25	-0,10	0,06
Quoc Tuan (delta du fleuve Rouge)	6,0	-2,7	0,03	0,69	0,03	0,39
Phu Ngoc (est du Sud-Vietnam)	6,0	1,2	-0,01	0,07	0,58	0,18
Hoa Khanh (delta du Mékong)	4,0	4,2	-0,13	0,93	0,12	0,55

cation inspiré de l'indice de diversité proposé par Simpson, souvent employé en écologie (Odum E. P., 1983). Nous considérons la somme des carrés du produit brut correspondant à chaque spéculation, divisée par le produit brut moyen pour cette spéculation dans le village considéré. Si l'exploitation développe plusieurs spéculations avec des valeurs importantes, cet indice est élevé. Il indique non seulement la contribution relative de chaque spéculation dans le produit brut global, mais aussi l'importance de cette spéculation dans le produit brut d'exploitation. Le résultat des régressions entre le niveau général de la production et l'indice de diversification (tableau V) montre une corrélation importante. Cette constatation va à l'encontre de ce qu'on observe dans les pays développés, où l'intégration au marché s'accompagne généralement d'une spécialisation croissante.

Pour comprendre les facteurs qui déterminent l'ampleur de la diversification, nous avons calculé les fonctions Cobb-Douglas entre l'indice de diversification et le niveau des facteurs de production (tableau VI). Les résultats montrent que les facteurs décisifs varient selon les régions. Dans les villages des deltas, le capital apparaît comme le facteur décisif ; dans les montagnes du Nord, la force de travail au sein de l'exploitation semble plus déterminante, alors que, dans les collines du Sud, c'est l'impact de la superficie qui domine.

Mais la seule analyse des systèmes de production des exploitations s'avère insuffisante pour mettre en évidence les contraintes à une accumulation reproductible. Ces contraintes peuvent en effet se situer, non pas à l'intérieur des systèmes de production, mais au niveau de l'environnement dans lequel ils évoluent.

Les conditions englobantes des systèmes de production

L'étude des conditions englobantes des systèmes de production est souvent considérée comme relevant des disciplines telles que l'écologie agricole, l'économie ou la sociologie rurale. Dans l'objectif que nous poursuivons, il nous semble préférable que ces analyses soient conduites directement par des agronomes système plutôt que par des économistes, écologistes ou sociologues *stricto sensu*, de façon à ce que l'articulation avec les fonctionnements d'exploitation, les décisions techniques des paysans ou la définition des stratégies de l'exploitation soient bien mises en évidence.

Ainsi, dans l'étude des systèmes agraires des régions montagneuses du Vietnam où subsistent des forêts importantes, quoique en régression, il est évident que la dynamique des relations entre les systèmes agricoles et l'espace forestier doit être comprise. Ce thème a déjà été traité par plusieurs auteurs au Vietnam, mais toujours en considérant les comportements moyens des agriculteurs, c'est-à-dire sans prendre en compte la diversité des stratégies au sein de la population rurale. Or, nous sommes persuadés que ce n'est qu'en appréhendant cette diversité qu'on pourra aborder, de façon efficace, le problème de la conservation des forêts ou de la reforestation. Plusieurs questions d'actualité concernant l'environnement ou la durabilité de l'agriculture, la biodiversité, la pollution, la dégradation du sol, etc. devraient être abordées de la même façon.

Sur l'intégration au marché des exploitations familiale, plusieurs études ont traité de la réaction des paysans aux prix. Les résultats de ces études sont contradictoires car les cas étudiés correspondent à des types d'exploitation différents. Comme nous l'avons vu plus haut, si à chaque type d'exploitation correspond un ensemble particulier objectifs-stratégies-fonctionnement du système de production, naturellement, la réaction de chacun au marché sera particulière. Or, personne n'a envisagé cette question de cette façon jusqu'à présent.

Souvent, les contraintes que connaissent les paysans pour satisfaire leurs objectifs se situent non seulement au niveau local, mais à des niveaux supérieurs, par exemple dans l'organisation des filières à l'amont et à l'aval de la production. C'est pourquoi la compréhension du fonctionnement de ces filières est indispensable pour résoudre les problèmes de développement de chaque localité. Bien souvent, la résolution des contraintes qui se posent à ce niveau relève de la politique macroéconomique : maîtrise de l'inflation, niveau du taux d'intérêt, des taux de change, organisation du commerce extérieur, etc. L'étude de ces objets en lien avec l'organisation des systèmes de production devrait être renforcée, tout comme le rôle des institutions dans le développement.

On voit ainsi l'ampleur du champ qu'il est nécessaire de traiter pour aborder la question du développement agricole. Cette difficulté n'est pas propre au Vietnam : elle est présente dans toutes les recherches concernant les systèmes agraires, qui requièrent la contribution de disciplines complémentaires mais doivent en définitive donner une image synthétique de la réalité. Les connaissances produites dans chaque champ disciplinaire contribuent à cette image synthétique, mais elles enrichissent aussi la connaissance propre à ce champ, voire les méthodes de la discipline en question.

L'intégration des connaissances selon des niveaux d'emboîtement des systèmes à différentes échelles pose une difficulté supplémentaire. Tout formalisme dans la présentation des limites d'un système est abusif, car tout système peut être considéré comme le sous-système d'un système plus vaste. Seul le chercheur, selon les questions qu'il se pose, peut décider où limiter le système qu'il considère.

Dans l'objectif de promouvoir des formes durables de production, notre expérience nous conduit à proposer de bien articuler l'analyse des systèmes de production avec celle du système écologique, des filières de produits et du marché en les resituant dans le fonctionnement macroéconomique du pays.

Références bibliographiques

Bouroche J.-M., Saporta G., 1980. *L'analyse des données.* Paris, France, Presses Universitaires de France.

Ellis F., 1988. *Peasant economics.* Cambridge, Grande-Bretagne, Cambridge University press, 257 p.

Jouve P., 1986. Principes de construction de typologies d'exploitations agricoles suivant différentes situations agraires. Cahiers de la Recherche Développement, 11, 48-56.

Jouve P., 1988. Quelques réflexions sur l'identification des systèmes agraires. Cahiers de la Recherche Développement, 20.

Mazoyer M. L., 1987. Dynamiques des systèmes agraires - rapport de synthèse présenté au Comité dynamique des systèmes agraires. Paris, 20 p.

Odum E.P.,1983. *Basic Ecology*. Philadelphia, USA, Saunders College Publishing, 376 p.

Variations on a Theme : Conceptualizing System Diversity with Examples from Northern Cameroon

De Steenhuijsen Piters, Bart ; Fresco, Louise O.

Department of Agronomy, Wageningen Agricultural University, PO Box 341, 6700 AH Wageningen, The Netherlands

Abstract

Farming systems research often makes the implicit assumption that agriculture can be described in terms of homogeneity of systems (or subsystems), which is reflected in low variation of system outputs. From our case study in northern Cameroon, it may be concluded that yields and production of Sorghum caudatum *vary considerably across households. Variation has long been neglected by agricultural research. Yet, there is a recent awareness that system diversity may also be an asset to farmers and that it is an important source of information. Two examples of explanations of variations in system output at different levels of analysis are presented. The need for new concepts is stressed and a framework for analyzing system diversity is presented for use in the development of effective solutions to agricultural problems.*

Keywords

Yield variation, farming systems research, sorghum.

Résumé

La recherche sur les systèmes de production se base implicitement sur l'hypothèse que nous pouvons décrire l'agriculture en termes d'homogénité de (sous-) systèmes, ce qui se reflète dans une faible variation des résultats productifs. De notre étude dans la province de l'extrême-nord du Cameroun, nous pouvons conclure que les rendements et productions obtenus en Sorghum caudatum *varient considérablement entre parcelles et entre unités de production. La variation en tant que phénomène a été négligée par la recherche agricole depuis longtemps. Pourtant, une prise de conscience récente montre que, sous certaines conditions, elle peut être un atout pour les producteurs et qu'elle est une source importante d'information. Deux exemples d'explication des variations des résultats productifs sont présentés. La nécessité de développer de nouveaux concepts d'analyse est soulignée et un cadre analytique est présenté, qui peut faciliter le développement de solutions efficaces pour des problèmes concernant l'agriculture.*

Variations in System Output

One of the major assumptions of farming system research (FSR) concepts is that, within a given environment, systems (or subsystems) can be characterized by a certain degree of homogeneity. This is underscored by the concept of recommendation domains (Byerlee, Harrington 1982 ; Fresco 1986). The recommendation domain assumes inherent uniformity within farming and cropping systems and that it is directly related to system output. Given the same agroecological and socioeconomic conditions, significant variation in system output is not to be expected.

However, there is evidence — albeit poorly documented — that heterogeneity is more likely than homogeneity, even if the external conditions appear, on the surface, to be the same. For example, in a sample of farmers' fields in a village in northern Cameroon, sorghum (*Sorghum caudatum*) yields over 3 consequent years varied considerably (Table 1).

Table 1. Yield variation in rainfed sorghum in the village of Gaban, northern Cameroon.

Year	Number of fields	Yield (kg/ha) [a]			CV (%)
		Mean	Minimum	Maximum	
1991	44	1900	500	4300	52
1992	137	2500	200	5500	51
1993	40	1600	300	3200	47

a. At 12 % grain moisture.

Within what appears to be the same cropping system in a well-defined geographic and socioeconomic range, there is a high degree of yield variation, which is quite stable over the 3 years of study. High variability did not occur only at field level. At household level, total sorghum production was found to vary considerably when all measured sorghum yields were cumulated for each of the 46 randomly chosen households in one village (Figure 1). Household sorghum production ranged from 2000 kg to 18 000 kg, resulting in occasional food shortages in some households, and high sales and income in others.

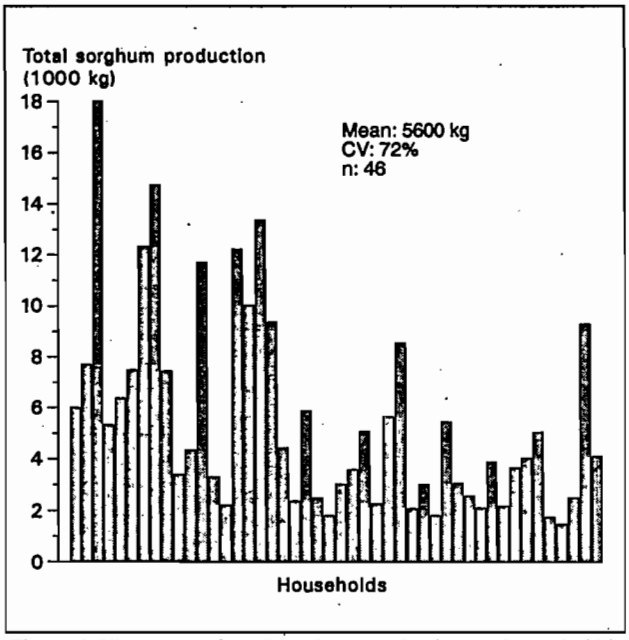


Figure 1. Histogram of total sorghum production per household in 1992 in the village of Gaban, northern Cameroon.

Such high variation in output at both levels (farming and cropping systems) leads to the questions : What induces these variations ? How should they be addressed ? They are particularly relevant because entire villages and sometimes districts are lumped together in the definition of recommendation domain for planning and extension purposes. Although there is an obvious need to group farms and farmers at various levels of aggregation, this must obviously be done with due recognition of the variability at each level. We propose to examine the existence and significance of variation at cropping and farming systems levels through a case study in northern Cameroon.

System Diversity as a Problem

In agricultural research, yield variations have been observed ever since the beginning. They must have been among the factors that prompted research in the first place. Researchers have worked on variability problems since the early 1900s (Vieira et al 1982). As early as 1913, high variation was reported for wheat yields even when conditions appeared quite uniform (Montgomery 1913). Yield variation was generally seen as a problem and the solution was to eliminate it through the adaptation of sampling schemes — for example, through an increased number of replications and selective placement of plots, and the development of sampling methods and statistical methods of analysis, such as analyses of variance and covariance.

Soil variability traditionally had a negative connotation, as it was considered a factor that complicated interpretation of results of agricultural experiments (Moormann, Kang 1978), biased results from experiments, and reduced researchers' ability to detect treatment differences (Van Es, Van Es 1993). The effect of (spatial) variability on crop growth and production is commonly understated. Although it has been known for at least 90 years, it still is regarded as a major disturbance that has to be eliminated from experiments and trials. This necessity was particularly stressed by Chase et al (1989), who state that "the objective of the studies reported here was to determine the causes of variability, and to seek methods to eliminate the sources of this variability."

Diversity as a Source of Information

During the past decades, much of temperate agriculture and forestry has been aimed at specialization to maximize

Table 2. Variation in rainfed sorghum yields and explanatory variables according to field type in the village of Gaban, northern Cameroon, 1992.

Variable[a]	All fields	All Toupouri fields	Moundang fields			
			All	≤0.1 km[b]	0.1–0.5 km[b]	≥1.0 km[b]
Number	137	48	90	25	20	45
Mean yield (kg/ha)	2500	3110	2130	3400	1760	1580
CV (%)	51	36	56	32	65	38
R^2 (%)	63	69	71	54	64	70
Distance	–.170					
Quantity of manure	.140		.184			
Plowing		.154		.272	.284	
.527						
Sowing date	–.216	–.311	–.259		–.309	–.434
Number of weedings	.184					
First weeding date			–.178			–.552
Total weeding time r	.191	.215	.187	.589		
Cv Gling	.237					
Plant density	.386	.605	.449		.635	.508
Striga infection	–.211	–.173	–.220	–.651		–.336
Quantity of urea	–.195					
Sandy-clay soil			.144			
Area						.311

a. Figures following variable names refer to the standardized regression coefficient of each variable (pad coefficient).
b. Distance class depending on distance from homestead.

output from such systems (Huxley 1986). An essential element of this production maximization effort was the control and manipulation of environmental heterogeneity. It resulted in a homogenization of the landscape. Recently, however, there is a growing awareness that variability is a widespread phenomenon and that, under certain conditions, it may also be an advantage. This was already recognized by one of the founding fathers of FSR, Pierre de Schlippe, in his study of field-level heterogeneity in shifting cultivation (De Schlippe 1956). In subsistence farming systems in the semiarid tropics of western Africa, where nutrient and water availability alternately limit agricultural production, soil and crop growth microvariability may be an asset to farmers (Brouwer et al 1993). Huxley (1986) arrived at the same conclusion for agroforestry systems and showed how environmental heterogeneity can be turned to advantage.

Farmers in low-input agriculture, in particular, try to exploit heterogeneity both in space and time. For example, a small farmer will often arrange crops and varieties according to the varied pattern of soil fertility across the field. Under these conditions, environmental heterogeneity is not controlled or excluded, but managed through adaptation of agricultural practices to the biophysical environment.

Environmental heterogeneity may also be a product of human interference. There are numerous examples of ring management, or various spheres of fertility management based on the distance of the fields, in agricultural systems in sub-Saharan African (Benneh 1971 ; Lagemann 1977 ; Prudencio 1993). The resulting concentration and transport of soil fertility leads to variation in land use intensity. Differences between farmers — in access to the means of production and in production goals — will create differences in the conditions in which agricultural production takes place. This social or cultural diversity includes intrahousehold dynamics, involving the division of resources and specific production goals between male and female farmers. The point that is often missed is that it is not enough to observe socioeconomic differences as they have immediate biophysical repercussions and result in the diverse use of land.

System Diversity at Field Level

In a study in the village of Gaban, northern Cameroon, all variables with a possible effect on yield were measured and recorded during the growing season for 137 fields of rainfed sorghum (De Steenhuijsen Piters, Fresco 1994). The variables comprised biophysical characteristics of the fields, inputs, and farmers' practices. A multiple regression analysis of the variables was carried out to explain rainfed sorghum yield.

Without any stratification of the fields, 9 of the initial 55 variables were able to explain 63 % of total sorghum yield variation in 1992 (Table 2). This result was not satisfactory because of the large number of variables, poorly explained variance, and flat pad coefficients (standardized regression coefficients). To improve the results, the fields were stratified according to the ethnic origin of the farmers. In the case of one ethnic group, the Toupouri, stratification reduced yield variation, increased explained variance, decreased the number of variables, and enhanced the contrast between the pad coefficients. An additional stratification was needed for the Moundang fields. Spatial field patterns based on observations, discussions with the farmers, and previous work (Lagemann 1977, Benneh 1971) were taken into account to improve the results of the multiple regression analysis. Three different field types were distinguished according to the distance from the homestead. Each field type had a specific yield level ; yield variation was explained by specific combinations of variables, which differed between the three field types. The field types were therefore defined on the basis of spatial distribution of specific multidimensional interactions between biophysical, technical, and input-related variables. For example, in the first field type (≤0.1 km from the homestead), there is an interaction between soil texture class 'sandy-clay' and high organic manure application, early plowing and sowing dates, and high plant density, which results in high, but variable yields. Another example is the interaction in the third field type (1 –7 km from homestead) between soil texture class 'clayey-sand' and relatively high fertilizer application, variable plowing and sowing dates, low plant density, and frequent intercropping with cowpea (*Vigna unguiculata*), which results in low, almost uniform yields.

The degree of observed yield variation cannot be regarded as residual or an error term of the model. It is not a product of random human intervention, but the result of deliberate human action in an heterogeneous environment. Stratification into units that reflect this functional interaction may lead to a higher and more satisfactory explanation of system diversity at field level.

System Diversity at Household Level

Moundang households can be categorized on the basis of ownership of plows, oxen, and cattle, which corresponds to results showing the importance of plowing and organic manure application at field level. The terms 'low-resource households' and 'high-resource households' are employed to stress that the categorization includes more than equipment for mechanization. According to a checklist of all households with key informants, 44 % indicates a high-resource household and 56 %, a low-resource household.

High-resource households are formed by larger families and therefore have a larger number of family workers than low-resource households (Table 3). But the ratio between consumers and workers is not significantly different between the two household classes. Each worker has to support less than two consumers. High-resource households possess at least one plow and one pair of oxen. Moreover, these households own all the large cattle and most of the small ruminants. Consequently, they also have a larger share of the total available amount of manure, which is almost 12 times that available to low-resource households.

Table 3. Family size and distribution of means of production according to household class in the village of Gaban, northern Cameroon.

Parameter	Low-resource households (n = 13)	High-resource households (n = 18)	2-tailed significance level
Family size			
Consumers	5.5	9.7	< 0.01
Workers	3.4	5.8	< 0.01
Consumers/workers	1.8	1.7	–
Means of production			
Ox-drawn plows	0.0	1.3	< 0.001
Donkey-drawn plows	0.2	0.6	–
Ox-drawn carts	0.0	0.4	< 0.005
Oxen	0.1	2.7	< 0.001
Cows	0.0	6.4	< 0.001
Donkeys	0.3	0.5	–
Sheep and goats	2.8	12.9	< 0.001
Estimated available amount of manure (kg) [a]	300	3700	< 0.001
Rainfed acreage (including fallow) (ha)			
Total	2.3	5.0	< 0.005
Area/worker	0.8	0.9	–

a. The estimates of available manure/animal are based on those applied for the fifth region in Mali by Van Duivenbooden et al (1991).

High-resource households cultivate almost twice the acreage compared with low-resource households, but total rainfed acreage and area/worker are not significantly different between the two household classes. However, land distribution across the three field types defined in Table 2 is not uniform for the two household classes (Table 4). Corrected for their proportional importance in the village, high-resource households own and cultivate 70 % of the land in the first field type, which produces the highest yields (Table 2). High-resource households therefore possess the necessary means of production (animal traction, manure); they also have absolute dominance over fields near the homestead. Both these factors explain why these households obtain high sorghum yields. Low-resource households do not possess these essential means and their fields are relegated to the periphery of the village territory. Soil mining is a common practice in these lands, but this system is labor-intensive, risky (birds, elephants), and unstable (decreasing soil fertility). All these factors contribute to low yields and occasional food shortages.

Table 4. Land distribution (excluding fallow) according to Moundang field type in the village of Gaban, northern Cameroon, 1992.

Field type	Mean acreage (ha)		
	Low-resource households (n = 13)	High-resource households (n = 18)	2-tailed significance
Type 1 (≤0.1 km)	0.14	0.43	< 0.001
Type 2 (0.1–0.5 km)	0.19	0.63	< 0.001
Type 3 (1.0-7.0 km)	0.77	1.83	< 0.001

The means of production, which basically determine the farming system, are not uniformly distributed across the households. This skewed distribution results in varied land use and variable production results. Analysis of this internal diversity is essential for the understanding of variations in system output. The factors that determine agricultural production through their actual distribution, interactions, and impact within the social and biophysical environment should be analyzed. Only then can production strategies and household situations concerning food and income be clearly understood.

Conceptualizing Diversity in Farming Systems

Since the 1980s, elements of system diversity have been integrated in systems approaches developed by French researchers (Tallec 1986 ; Bédu et al 1987 ; Garin 1989 ; Yung, Zaslavsky 1991). Moreover, social scientists have studied social differentiation and diversity as essential, structural phenomena in the process of agrarian production (Mendras 1970 ; Van der Ploeg 1990). Diversity and variation are increasingly seen as important sources of information for analyzing agricultural processes in realistic conditions. But decades of development of techniques and methods to eliminate sources of diversity and variation have still not led to a well-defined, integrated approach for analyzing and explaining the causes of yield and production variation in agroecological systems.

The terms 'variation', 'variability',' diversity', and 'heterogeneity' appear regularly in literature with apparently interchangeable meaning. A clear definition of relevant terminology is indispensable. The following definitions are proposed based on McBratney (1992), and Shachak and Brand (1993) :

- variation : fluctuations in the values of one variable
- variability : tendency or ability to vary
- heterogeneity : state of being composed of parts of different kinds
- diversity : state of being composed of parts of one kind (being multiform).

The term 'heterogeneity' is frequently applied to indicate differences in abiotic factors of an environment, such as landscape units or soil types. Diversity usually refers to a population, as in the case of species diversity, ethnic diversity, or household diversity. The interaction between environmental heterogeneity and population diversity may be defined by the term agroecological variability, which is the ability or tendency of land use to vary in space and time (Figure 2).

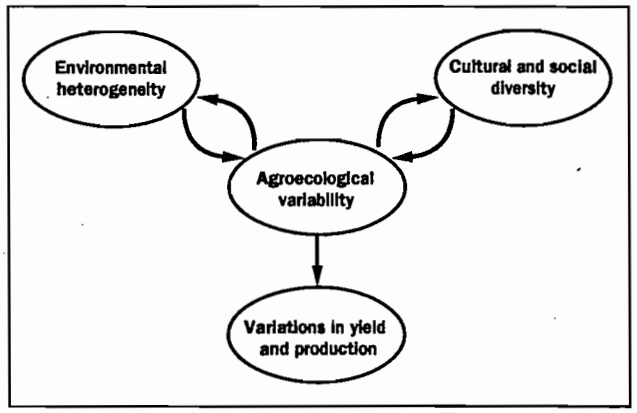


Figure 2. *Diversity in farming systems (the different elements are not scale-independent).*

Table 5. Conceptual framework for analysis of diversity in farming systems.

Source	Level of analysis	Units of analysis	Mechanism	Result
Environmental heterogeneity, cultural and social diversity	Farming system	Ethnic group, household, producer	Specific allocation of available means of production for agricultural and nonagricultural activities	Variation in production of food and surplus
Agroecological variability	Cropping system	Crop, field	Specific combination of biophysical field characteristics, inputs and cropping techniques in space and time	Variation in yield and input/output ratios

A framework was developed to facilitate distinction of relevant elements for analyzing system diversity and placing them in a dynamic perspective (Table 5). It stresses the need to quantify the relations between variables of different origin and to link levels of analysis. The range and distribution of variables are of crucial importance.

Conclusion

System diversity is an important phenomenon, which has been ignored for too long and there are no clear concepts or methods to understand it fully. However, there is a growing awareness that it is an important feature of agroecological systems, especially those in marginal and less controllable conditions. In situations of uncertainty, diversity may even be considered an asset to farmers. Diversity in systems should be regarded as an important source of information on how farmers respond to their environment. A clear understanding of system diversity will improve research efforts to develop effective solutions to agricultural problems and to support local people in their development efforts.

Acknowledgments

We thank the Institut de recherche agronomique, Cameroon, for giving us the opportunity to carry out this research project and for its supportive collaboration. We gratefully acknowledge the support of field assistants Douryang Philippe and Njoussa Haman, friends, and the people of the village of Gaban. We thank Tom Veldkamp and Free de Koning for their useful comments during numerous discussions on the topic.

References

Bédu L, Martin C, Knepfler M, Tallec M, Urbino A. 1987. Appui pédagogique à l'analyse du milieu rural dans une perspective de développement. Documents Systèmes Agraires No. 8. Montpellier, France : CIRAD, Département systèmes agraires. 191 pp.

Benneh G. 1971. Small-scale farming systems in Ghana. Budapest, Hungary : Geographical Research Institute.

Brouwer J, Fussell LK, Herrmann L. 1993. Soil and crop growth microvariability in the West African semi-arid tropics : a possible risk-reducing factor for subsistence farmers. Agriculture, Ecosystems, and Environment 45 :229 –238.

Byerlee D, Harrington L. 1982. New wheat varieties and the small farmer. Paper presented at the conference of the International Association of Agricultural Economists, Jakarta, Indonesia.

Chase RG, Wendt JW, Hossner LR. 1989. A study of crop growth variability in sandy Sahelian soils. Pages 229 –240 *in* Soil, crop, and water management systems for rainfed agriculture in the Sudano-Sahelian zone : proceedings of an international workshop. Patancheru, AP, India : International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT).

De Schlippe, P. 1956. Shifting cultivation in Africa. The Zande system of agriculture. London, UK : Routledge, Kegan Paul.

De Steenhuijsen Piters B, Fresco FO. 1994. Farmers managing their most scarce natural resource : local level soil fertility management in northern Cameroon. *In* Proceedings of the conference on Local Management of Nature and Natural Resources in the National Context of Africa. Leyden, The Netherlands. (In press)

Fresco FO. 1986. Cassava in shifting cultivation : a systems approach to agricultural technology development in Africa. Amsterdam, The Netherlands : Royal Tropical Institute. 245 pp.

Garin P. 1989. Evolution des pratiques agricoles depuis 20 ans et leur adaptation à la sécheresse dans un village du Siné au Sénégal. Montpellier, France : CIRAD, Département systèmes agraires ; DSA ; Dakar, Senegal : Institut sénégalais de recherches agricoles (ISRA). 106 pp.

Huxley PA. 1986. Rationalising research on hedgerow intercropping : an overview. Working Paper No. 40. Nairobi, Kenya : International Council for Research in Agroforestry (ICRAF). 148 pp.

Lagemann J. 1977. Traditional African farming systems in eastern Nigeria : an analysis of reaction to increasing population pressure. Afrika-Studien No. 98. Munich, Germany : Ifo-Institut für Wirtschaftsforschung.

McBratney AB. 1992. On variation, uncertainty and informatics in environmental soil management. Australian Journal of Soil Research 30 :913 –935.

Mendras H. 1970. The vanishing peasant ; innovation and change in French agriculture. Cambridge, UK.

Montgomery EG. 1913. Experiments in wheat breeding : experimental error in the nursery and variation in nitrogen and yield. Bulletin No. 269. Washington, DC, USA : United States Department of Agriculture, Bureau of Plant Industry. 61 pp.

Moormann FR, Kang BT. 1978. Microvariability of soils in the tropics and its agronomic implications with special reference to West Africa. Pages 29 –43 *in* Diversity of soils in the tropics. ASA Special Publication No. 34. WI, USA : American Society of Agronomy (ASA) ; Soil Science Society of America.

Prudencio CY. 1993. Ring management of soils and crops in the West African semi-arid tropics : the case of the Mossi farming system in Burkina Faso. Agriculture, Ecosystems, and Environment. 47 :237 –264.

Shachak M, Brand S. 1993. Relations among spatiotemporal heterogeneity, population abundance, and variability in a desert. Pages 202 –223 *in* Ecological heterogeneity (Kolasa J, Pickett STA, eds.). Ecological Studies, volume 86. New York, NY, USA : Springer Verlag.

Tallec M. 1986. Etude de la diversité des systèmes de production de la région de Notse au Togo. Montpellier, France : CIRAD, Département systèmes agraires. 135 pp.

Van der Ploeg, JD. 1990. Labor, markets, and agricultural production. Special Studies in Agricultural Science and Policy. Oxford, UK : Westview Press. 313 pp.

Van Duivenbooden N, Gosseye PA, Van Keulen H. 1991. Plant, livestock, and fish production. Competing for limited resources : the case of the fifth region of Mali, Report 2. Wageningen, The Netherlands : CABO-DLO ; Mopti, Mali : ESPR. 242 pp.

Van Es HM, Van Es CL. 1993. Spatial nature of randomization and its effect on the outcome of field experiments. Agronomy Journal 85 :420 –428.

Vieira SR, Hatfield JL, Nielsen DR, Biggar JW. 1982. Geostatistical theory and application to variability of some agronomical properties. Hilgardia 51 (3) :1 –75.

Yung JM, Zaslavsky J. 1991. Pour une prise en compte des stratégies des producteurs. Notes et Etudes No. 40. Paris, France : Caisse centrale de coopération économique (CCCE), Division des études générales. 83 pp.

Facteurs d'évolution de problématique en recherche participative

Mise en perspective de trois exemples

Chabosseau Jean-Marc[1] ; Chevalier Claude[2] ; Darré Jean-Pierre[3] ; Napoléone Martine[4] ; Périchon Catherine[2]

[1]INRA-SAPF, Le Chêne, 86600 Lusignan, France

[2]INRA-SAD, Domaine de Saint-Laurent-de-la-Prée, 17450 Fouras, France

[3]GERDAL, 51, rue Dareau, 75014 Paris, France

[4]INRA-SAD, Domaine Saint-Paul, 84143 Montfavet, France

Résumé

A partir de trois cas de recherche participative sont dégagées des conditions de formulation et d'évolution de la problématique sur trois aspects : les partenaires, l'institution du chercheur, les bases méthodologiques.

Mots clés

Recherches participatives, évolution de la problématique, institution de recherche, partenariat.

Abstract

Factors influencing change in participative research. Three case studies

With reference to three case studies, this paper analyzes the conditions necessary for the formulation and evolution of the problematics of participative research. It particularly focuses on three determinants: partners, researcher's institution, and methodological framework.

Introduction

Dans la conception scientifique qui a prévalu lors de la création de l'INRA (Poly, 1986) et dans son développement ultérieur, la mise en œuvre de recherches finalisées impliquait une double référence, la référence à la connaissance scientifique (son caractère vérifiable, reproductible et transmissible) et la référence à son développement (son mode d'adoption par les agriculteurs). Cependant, l'image de la recherche dans un contexte de croissance et de productivisme plaçait l'acquisition des connaissances comme critère premier de légitimation aux dépens de la prise en compte des implications que ces démarches de recherche mettaient en jeu. Les remises en cause récentes des schémas de développement descendants (Darré et Le Guen, 1986 ; Farrington et Martin, 1990) ont abouti à l'émergence au sein des instituts de recherche d'une certaine volonté d'écoute plus attentive de la demande sociale (Paillotin, 1993), ainsi qu'à la mise au point de démarches de coproduction de connaissances entre chercheurs et acteurs - par exemple, dans le département Systèmes agraires et développement (SAD) de l'INRA, travaux d'action incitative programmée (AIP) sur la recherche-action (RA).

Nous cherchons, à partir de trois expériences différentes, à faire apparaître certaines caractéristiques des recherches participatives, les processus à l'œuvre et les difficultés rencontrées. Nous tenterons aussi de dégager certaines des conditions dans lesquelles la progression de la recherche reste satisfaisante, à la fois pour les chercheurs et pour ses interlocuteurs.

Les trois cas

Le projet montmorillonnais

Une phase de diagnostic répond à une demande floue

Dans le Montmorillonnais, région du centre-ouest de la France aux conditions pédoclimatiques défavorables à l'agriculture, l'élevage ovin et bovin allaitant prédomine malgré une tendance à la mise en culture depuis vingt ans. Vers 1980, la baisse des cours de la viande (ovine surtout) entraîne des difficultés économiques dans de nombreuses exploitations, la perte d'intérêt des jeunes pour l'agriculture et l'inquiétude au sein des organismes para-agricoles.

En 1988, une coopérative de services gérée par des exploitants de grands domaines demande à la recherche de définir un système d'exploitation rentable correspondant au nouveau contexte. L'INRA accepte, sous réserve d'une collaboration avec les acteurs locaux. Il s'ensuit une série d'enquêtes visant à rassembler des données et établir un diagnostic de la situation. Se retrouvent impliqués dans l'opération l'INRA, par le biais de chercheurs extérieurs à la région, des partenaires apportant leur appui sur le terrain (chambre d'agriculture, lycée agricole, groupements de producteurs) et des partenaires essentiellement présents au comité de pilotage (le demandeur et les financeurs).

Suite à la phase de diagnostic, un chercheur est affecté sur place avec pour mission de promouvoir des recherches et de coordonner les relations entre les partenaires. La préoccupation est générale (la dégradation des résultats économiques des exploitations) malgré l'absence de problème précis à résoudre. Le demandeur a des attentes précises quant à la forme (un modèle d'exploitation) et à l'échéance des résultats. La conception du rôle du chercheur majoritairement partagée par les services du développement et les chercheurs locaux confine la recherche à une fonction d'élaboration de techniques novatrices : l'implication du chercheur sur le terrain est donc inutile.

Dans ce contexte, la mise en place d'une recherche participative relève de l'initiative du chercheur, qui pense que, outre la nécessité d'aller sur le terrain pour récolter des données, ce n'est que dans l'implication que la traduction de la préoccupation initiale peut se faire jour.

Évolution de la problématique et recherche de partenariat

Le chercheur se trouve face à deux objectifs : il doit faire émerger collectivement les bonnes questions et s'associer à des acteurs insérés dans le milieu pour les traiter. Pour y parvenir, il contribue activement à la création d'une structure regroupant les différents partenaires, le Groupement d'intérêt scientifique (GIS), qui fixe un lieu de concertations et de négociations.

La problématique élaborée résulte ici d'une conjonction de facteurs et d'intérêts. Sa construction est progressive. Les systèmes d'exploitation extensifs apparaissent d'abord au chercheur comme une piste intéressante du fait de l'impossibilité de jouer sur une augmentation du produit pour rétablir les résultats économiques des exploitations. Cette option est confortée par l'évolution générale du contexte : encouragement de ces modes de production par les pouvoirs publics et risques d'abandon de terres. Parallèlement, des techniciens du développement partenaires du GIS souhaitent élaborer des références sur ces systèmes peu étudiés jusqu'alors, tandis qu'un chercheur de l'INRA cherche des points de chute pour étudier le fonctionnement technique de fermes extensives. Un groupe de travail se constitue. Des éleveurs acceptent de collaborer avec chercheurs et techniciens pour que leurs conceptions soient reconnues ou pour être confortés dans leur démarche de mutation ou d'installation. C'est à la suite des premiers contacts avec ces éleveurs que s'est affinée la problématique qui peut être énoncée aujourd'hui comme la détermination des principes de gestion des surfaces et des troupeaux, des processus de décision pour satisfaire les objectifs économiques et de travail tout en employant un minimum d'intrants. Finalement, elle est l'œuvre des chercheurs, même si elle a été sensiblement orientée par les considérations des techniciens de développement et du petit groupe d'éleveurs associés. La construction du questionnement ne s'est pas déroulée dans le cadre de la structure organisée (le GIS), qui s'est jusqu'alors révélée d'une part un moyen de stabiliser les collaborations et de fixer clairement les responsabilités, d'autre part un lieu de restitution des travaux. L'évolution actuelle tend cependant à en faire un lieu de discussion d'où pourraient émerger de nouvelles questions.

Le projet marais de l'Ouest

Évolution de la problématique et implication institutionnalisée

Dans le cas du domaine INRA de Saint-Laurent-de-la-Prée, impliqué depuis trente ans dans la valorisation agricole des marais de l'Ouest, le long terme permet d'illustrer les influences réciproques entre l'évolution d'une problématique de recherche et les rapports institutionnels locaux. Dans les années 1970, le programme de recherche s'est orienté principalement vers l'intensification céréalière grâce à la mise au point des techniques de drainage, s'identifiant ainsi au modèle de développement dominant de l'époque. Un test extérieur fut effectué au sein d'un réseau d'agriculteurs pionniers, qui devinrent partenaires de la recherche : il permet d'établir une méthode de diagnostic de l'aptitude des sols au drainage (Damour, Pons, 1987). Mais, malgré les préconisations visant à limiter sa mise en œuvre aux meilleurs sols, le drainage fut adopté de manière anarchique en raison du succès économique de la mise en culture. Les conséquences de ce modèle de développement sur le milieu (réduction de maillage et des surfaces en eau) et sur les autres activités (qualité des eaux et conchyliculture (collectif, 1980) suscitaient dès 1985 des recherches de type évaluation d'impact, en particulier sur la qualité des eaux (Chevallier, 1988). Mais, simultanément, des travaux plus globaux sur les interactions entre systèmes techniques, écologiques et sociaux se sont développés afin de raisonner spatialement l'extension du drainage avec l'hypothèse d'une relation entre maillage et biodiversité (Leroux, 1989) et de faire émerger des propositions de systèmes de production complémentaires fondés sur la préservation de la prairie naturelle humide (Lefeuvre *et al.*, 1984). Face au succès économique du modèle intensif, cette deuxième approche s'est trouvée rapidement marginalisée par les institutions locales, l'INRA développant alors un programme sur la valorisation de la prairie sèche (Capillon *et al.*, 1990), mieux légitimé par l'Institut ; elle a ouvert, cependant, pour l'unité, un champ de recherches nouveau dans la relation agriculture-environnement, instauré une complémentarité entre les chercheurs de l'unité et fourni un objectif renouvelé dans les relations chercheurs-acteurs.

L'opportunité d'un nouveau contexte

L'évolution récente de l'agriculture a permis pourtant le démarrage de recherches prenant en compte ces élargissements de problématique. Localement, la profession agricole s'est saisie en 1990 de l'opportunité de l'article 19, directive européenne autorisant à subventionner des pratiques agricoles respectueuses de l'environnement, pour tenter une concertation avec les protecteurs de la nature en maintenant l'objectif de viabilité de l'élevage en marais. Les chercheurs de l'INRA, en tant qu'experts, prirent une part active à l'élaboration des cahiers des charges. Cette phase marquait une reconnaissance institutionnelle, locale et scientifique pour des voies de recherche jusque-là jugées marginales (valorisation de la prairie humide, mise en place de mesures agri-environnementales) et permettait d'entreprendre des travaux sur ces thèmes. Le contexte de crise agricole et la remise en cause d'un modèle de développe-

ment dominant modifiaient les rapports entre acteurs et chercheurs dans le sens d'une démarche plus participative de ces derniers, comme l'illustre leur participation aux comités de pilotage sur les mesures agri-environnementales.

Cet exemple montre l'influence de l'engagement global d'une unité, pérennisé par des structures expérimentales lourdes et identifié à un projet de développement local adopté massivement. C'est la remise en cause du modèle de développement intensif par le contexte économique actuel qui autorise une réorientation des objectifs de recherche vers une gestion intégrée du milieu alors que les éléments de cette problématique étaient disponibles dix ans auparavant au sein de l'unité. L'image du domaine a ainsi constitué un frein à sa réadaptation ; en revanche, son implantation locale lui facilite son redéploiement actuel, après reconnaissance institutionnelle de ses nouveaux axes de recherche.

Projet caprins pastoraux du Sud-Est

Une évolution progressive de la problématique

En 1983, une nouvelle équipe de recherche reçoit pour mission d'étudier les possibilités de valoriser les espaces pastoraux par l'élevage. Elle fait l'hypothèse que les éleveurs caprins peuvent être des partenaires de projets d'aménagement forestier et débute des observations en fermes. Parallèlement, des techniciens de développement souhaitent établir des références sur les élevages caprins pastoraux afin de mieux conseiller les producteurs. Ils proposent à l'INRA de se joindre à eux, notamment pour un apport de méthodologie et, sans doute aussi, pour donner plus de poids à leur démarche. Un réseau de recherche-développement est constitué en 1985 autour d'une question initiale : "Comment fonctionnent les élevages caprins pastoraux ?" Ses premiers travaux se sont orientés sur la mise au point de références. Pour les utiliser, le groupe a ensuite cherché à comprendre les conceptions d'ordre général qui sous-tendent l'organisation des pratiques en mettant au point une méthode lui permettant de comprendre la stratégie de production. Cependant, cette méthode est-elle de nature à constituer une démarche d'accompagnement du processus de production ? Cette problématique a conduit les chercheurs de l'INRA à s'intéresser à l'échange de point de vue et à collaborer avec des anthropologues.

Construire une représentation en commun du processus de production

Des entretiens ont été conduits pour analyser les conditions de construction progressive d'une représentation en commun du processus de production. Nous avons cherché à déterminer les facteurs facilitant la compréhension réciproque entre les interlocuteurs ou ceux qui, au contraire, sont porteurs de malentendus. Ces entretiens ont été dirigés avec l'aide de supports graphiques temporels représentant l'évolution, au jour le jour, du lait traité en fromagerie.

Des malentendus non résolus. Discutant avec un zootechnicien, l'éleveur cherche une interprétation technique au profil qu'il a sous les yeux, "mais c'est juste pour parler de la courbe". La courbe en elle même, déconnectée du processus de production-transformation-commercialisation n'est pas un indicateur de pilotage privilégié. Pourtant, cet indicateur est lisible par le zootechnicien et l'éleveur. La question qui se pose est donc de savoir comment, en partant de cet indicateur, il est possible de reconstruire avec l'éleveur une représentation de l'organisation des facteurs qu'il prend en compte dans son processus de production.

Une convergence qui se construit petit à petit. Nous proposons à l'éleveur une caractérisation de la courbe en séquences de temps. Il relativise alors chacune des séquences, c'est bien ou ce n'est pas bien, et explique les raisons pour lesquelles il porte ces jugements. Il énonce ainsi un certain nombre d'arguments et de règles de décision à partir desquels il construit son appréciation et pilote son processus de production ; ces arguments le conduisent à déplacer la réflexion vers les régulations entre ventes, stocks et production et à énoncer deux points sensibles au regard de ces régulations : la gestion des stocks au printemps et le maintien de la production en début d'été. La difficulté est d'utiliser ces arguments pour construire progressivement une représentation de la réalité, c'est-à-dire un modèle permettant aux interlocuteurs d'avoir une représentation conjointe d'une réalité construite à partir de laquelle ils pourront échanger leurs points de vue respectifs. Pour bâtir ce modèle, nous sommes partis du dessin de la courbe de production et avons positionné au fur et à mesure de leur énoncé les divers facteurs sur cette base temporelle ; nous avons ainsi reconstruit une représentation du processus de production, en évitant l'écueil d'une description *in extenso* du système d'exploitation.

La finalité qui sous-tendait ces travaux, l'action, fait évoluer la problématique d'une recherche de références représentatives à des démarches et outils d'accompagnement d'un processus. L'action prise en compte était, dans un premier temps, celle du conseil (quelles connaissances produire pour bien conseiller ?) et, dans un second temps, celle du couple technicien-praticien (comment produire des connaissances pour accompagner le processus de développement de l'exploitation ?). Dans le premier cas, les agriculteurs ne sont pas impliqués dans l'organisation des connaissances, selon un schéma descendant entre conception, transfert et utilisation. S'interroger sur la communication entre savoirs bouscule de fait ce schéma linéaire, puisque l'agriculteur est impliqué dans le type de connaissance produite et dans le statut de cette connaissance, dans un schéma interactif dont relèvent les principes de recherche-action et de développement participatif... Mais adopter un tel schéma, c'est inviter les chercheurs et les agents de développement à repenser leur propre métier par rapport à l'élaboration et à la diffusion des connaissances.

Discussion

L'image de la recherche....

La recherche participative constitue une rupture du mode de relation entre le chercheur et ses interlocuteurs tel qu'il existe dans la tradition scientifique classique. Mais cette rupture suppose aussi une révision des conceptions communément partagées du rôle du chercheur. Dans le cas du

Montmorillonnais, les attentes des éleveurs de l'association à l'origine de la demande illustrent bien ce décalage, qui figure au principe des difficultés du chercheur à établir une relation de coopération au lieu de la traditionnelle réponse à la demande. Cette conception du chercheur peut être associée à la déférence à l'égard de celui qui sait - qui dira ce qu'il faut faire ? Mais elle peut aussi servir à faire glisser le chercheur dans un rôle de prestataire de service en face d'un client pour qui la question de discuter la demande - la problématique - ne peut pas se poser. Or la mobilité de la problématique, sous des influences diverses, est une condition d'existence de la recherche participative.

...et les positions du chercheur

Le positionnement classique du chercheur est illustré par l'intervention, en réponse à une demande formulée, des chercheurs engagés dans l'opération, intervention qui traite la question dans le seul cadre disciplinaire, indépendamment de l'histoire, du contexte et des intentions des acteurs. Cette forme a sa place dans un projet participatif, mais elle se prête peu à l'élaboration de méthodes de recherche interdisciplinaires et ne laisse pas de place à des possibilités de discussion de la demande. Ainsi, quand le chercheur se veut neutre et extérieur, il court le risque de se faire enfermer dans un rôle d'expert. A l'inverse, s'il fait place aux préoccupations ou projets de ses interlocuteurs dans la construction de sa perspective de recherche, il leur ouvre la possibilité d'intervenir dans l'élaboration de sa problématique. Mais, du même coup, il se donne la possibilité d'introduire dès le début ses propres conceptions et, par là, soit d'argumenter en faveur d'une inflexion de la problématique qu'il estime raisonnable, soit d'user de son statut pour introduire ses propres objectifs de recherche, dans son cadre disciplinaire. Par exemple, le cas des marais de l'Ouest montre que la contribution d'un collectif de chercheurs dans une recherche participative consiste à entendre les problèmes des autres, mais aussi à montrer la validité des siens. A partir de ce point d'engagement du chercheur dans un débat sur la problématique, plusieurs variantes sont possibles, soit dans la reformulation du problème, soit dans le processus de construction d'information. Le chercheur peut revenir, au moins pour un temps, à la situation classique où il est seul auteur de l'évolution de sa problématique ; ou bien il continue de partager les décisions sur la problématique, comme cela a été le cas pour le passage aux formes d'élevage extensif dans le Montmorillonnais.

Forme de coopération : négociation ou discussion pratique ?

Cependant, même dans une telle voie, la question de savoir si la coopération est une réalité ou un faux-semblant doit être posée. Tout dépend du jeu que chaque interlocuteur impose ou s'accorde à jouer : une négociation où l'on joue des positions sociales, des moyens d'influence, des moyens en argent ou en compétences pour chercher à imposer ses vues, ou bien une discussion pratique où, sur la base d'une suffisante convergence de buts, on coopère à la recherche de solutions raisonnables à partir de visions différentes de la réalité[1]. Reste, après la formulation d'un nouveau problème, la participation éventuelle à la construction de données. Peut-on parler de participation de non-chercheurs à ces moments de recherche ? Oui, si l'on ne tient pas compte de la dissymétrie des positions vis-à-vis de la conduite des processus. En effet, il faut rappeler que seul le chercheur maîtrise le processus méthodique de recherche ; l'étendue de pertinence qu'il peut accorder aux informations et avis de ses interlocuteurs ne modifie pas de façon fondamentale la relation dissymétrique ainsi créée, très différente de ce que peut être la relation de coopération sur la problématique.

Des conditions pour la coopération

Il semblerait donc sage, au regard du moins des expériences décrites ici, de considérer que la participation, au sens de maîtrise partagée d'un processus de recherche, s'établit principalement sur le processus continu d'élaboration de la problématique. Mais cela suppose réunies plusieurs conditions.

Première condition : des interlocuteurs pour une discussion pratique

Toute recherche participative comporte nécessairement au départ trois éléments : un chercheur (ou une équipe), des interlocuteurs, un problème (relatif à une situation particulière). L'accord sur la formulation du problème n'implique pas des buts ou intérêts communs : le problème est seulement le lieu où des intérêts ou buts différents peuvent trouver des satisfactions. Dans les cas du Montmorillonnais et du Sud-Est, la problématique s'est constituée, sur un mode de convergence semblable, entre des techniciens d'organisations de développement, des éleveurs et deux chercheurs. Cependant, plusieurs observations doivent être faites au sujet des conditions de naissance des recherches participatives. S'il semble que, dans le cas du Sud-Est, la problématique ait été réellement élaborée en commun, dans le cas du Montmorillonnais comme dans celui des marais de l'Ouest, c'est le chercheur qui en est à l'origine et qui cherche, ensuite, des interlocuteurs pour la discuter et participer à une recherche commune. Les groupes initiaux sont des institutions envisageant leur relation avec la recherche comme une prestation de service, pour trouver des solutions, généralement techniques, à leurs préoccupations. Elles n'attendent pas que la recherche s'insère dans la réalité complexe du terrain. Soit pour ces raisons, soit aussi par leur nature, leurs buts ou leur mode de fonctionnement, ces institutions sont peu outillées pour suivre un processus de recherche impliquant des évolutions ou même des ruptures de problématique. Dans ces conditions, lorsque est apparue aux yeux de chercheurs la nécessité d'une nouvelle formulation, il leur a fallu constituer un collectif répondant à la double condition d'accepter la nouvelle formulation et de participer à son évolution.

[1] Habermas souligne la nécessité de distinguer les conditions de discussion d' "un accord rationnellement motivé", des conditions "préalables à la négociation d'un compromis". Il précise : "Dans la discussion pratique, ceux qui y prennent part s'efforcent d'appréhender de manière claire un intérêt commun ; dans la négociation d'un compromis, ils essayent de mettre en œuvre une peréquation d'intérêts particuliers et divergents." (Habermas, 1986, p. 94).

Deuxième condition : le soutien institutionnel

Ici intervient le deuxième ordre de conditions de possibilité de recherche participative, au sens de maîtrise partagée du processus de recherche, à savoir le soutien institutionnel. La question peut être posée ainsi : avec qui ou avec quoi est engagée l'institution - de façon immédiate, le centre de recherche - dont fait partie le chercheur engagé dans un projet participatif ?

Dans le cas du Sud-Est, l'institution soutient la problématique développée par le chercheur ; mais il reste à gérer certaines contradictions qui peuvent émerger entre la problématique du groupe de discussion pratique et celle des institutions représentées... et donc à savoir créer des liens entre groupe de travail et institutions afin d'éviter qu'une distanciation trop grande entre la trajectoire du groupe de travail et celle des institutions ne conduise à quelque rupture. Il n'en va pas de même dans les deux autres cas. Dans le Montmorillonnais, le centre de Lusignan est spécialisé dans l'amélioration des plantes fourragères et peu impliqué localement. A partir du moment où la problématique a évolué vers l'étude de l'extensification, le laboratoire recrute un chercheur à qui est confié le projet. Mais le chercheur, qui fait évoluer le questionnement du projet de façon progressive ne peut compter que sur un appui limité de son laboratoire, qui ne s'investit dans l'opération que pour les expérimentations fourragères. Le laboratoire demeure une structure de recherche classique ; le chercheur ne dispose que d'une faible marge de manœuvre pour faire évoluer son projet. Il est par ailleurs confronté au manque de pérennité de l'opération, qui ne lui permet pas d'envisager une évolution à long terme de la problématique. A Saint-Laurent-de-la-Prée, le centre n'est pas seulement engagé dans une orientation de recherche, il est aussi engagé, et de longue date, avec des institutions professionnelles agricoles, c'est-à-dire aussi avec certaines visions de ce que peuvent être des objets et orientations de recherche modernes et utiles. C'est seulement la remise en cause, dans l'ensemble de notre société, du modèle partagé par les deux ordres d'institution qui a permis aux chercheurs les plus impliqués de retrouver l'appui de l'institution de recherche. On ne peut manquer à ce sujet de relever - sans pour autant savoir quel poids cela peut avoir dans les phénomènes observés - que nos trois cas portent sur des recherches où intervient la préoccupation d'environnement.

Troisième condition : des bases méthodologiques

Dans tous nos cas, la recherche n'avance qu'avec des groupes composés d'individus, agriculteurs ou agents de développement, qui traitent leurs propres problèmes et qui ne parlent et n'agissent qu'en leur propre nom, et non pas au nom d'autres individus. C'est sans doute là une condition de possibilité de participation à la recherche au-delà de la formulation d'une question initiale. Cette condition ne peut pas pour autant assurer la marche de la coopération : des bases théoriques et méthodologiques sur la nature et les conditions de cette coopération sont en outre nécessaires. Elles sont l'objet de la problématique actuelle des chercheurs de l'équipe du Sud-Est. Comment faire en sorte que les conditions de la discussion pratique assurent une parité de maîtrise suffisante pour que le chercheur ne devienne pas, fût-ce contre ses intentions, le seul producteur de la problématique ? Comment peut-il aider ses interlocuteurs à élaborer leur propre problématique sans pour autant se condamner à ne faire que cela ? Et surtout, comment surmonter l'obstacle majeur de leur différence d'activité, donc de point de vue, sur les choses et sur la construction de la réalité ?

La vision d'exploitations agricoles comme systèmes, l'étude des objets, leurs attributs, les relations entre les objets qui constituent ces systèmes est très certainement d'une bonne valeur heuristique et un bon outil d'analyse pour le chercheur. Cependant, cette forme de représentation n'est pas forcément pertinente pour l'agriculteur. Elle présente le risque de limiter le champ de discussion. Actuellement se développent des démarches qui prennent en compte la confrontation entre diverses formes de connaissance (Darré *et al.,* 1985 ; Chambers, 1992) et qui élaborent des outils d'échange de points de vue. Ainsi, les membres de l'équipe de recherche du Sud-Est font l'hypothèse qu'ils ont plus de chances, en abordant le dialogue avec des éleveurs à partir d'instruments fondés sur des suites temporelles d'événements, de rencontrer le champ de préoccupation des éleveurs et de parvenir à une convergence de formulations.

Ces situations de recherche participative conduisent les chercheurs à se poser, au sujet de leur rôle et de leur statut, des questions dont les réponses ne vont pas de soi. Bien entendu, nous n'avons pas manqué de nous poser la question du "Pourquoi maintenant ?" Pourquoi parle-t-on maintenant de recherche participative, pourquoi des chercheurs de l'INRA se sont-ils engagés, ou se sont-ils trouvés engagés, dans de telles formes de recherche durant ces dernières années ? On peut invoquer deux ordres de raison. En premier lieu figurent les révisions de la croyance en une relation linéaire entre le progrès des connaissances scientifiques et le progrès en général. Comme on l'a vu, cette rupture laisse le choix au chercheur, soit de considérer que ce qu'il advient de la recherche à la sortie du laboratoire ne le concerne pas, soit de chercher comment établir un lien entre recherche et pratique sur un autre mode que celui du transfert. L'autre ordre de raison relève du mouvement général d'ébranlement des certitudes relatives au partage de la société entre ceux qui conçoivent et ceux qui exécutent. Cependant, l'idée que les supposés exécutants sont aussi, de façon nécessaire, concepteurs, et que la coopération avec les chercheurs est possible et utile est très inégalement répandue.

Reste maintenant à procéder à une clarification théorique et méthodologique concernant le statut des recherches participatives et leur conduite.

Références bibliographiques

Capillon A. *et al,* 1990. La connaissance de la diversité intrarégionale : un outil pour l'élaboration d'un programme de recherche sur les systèmes herbagers. Études et recherches sur les systèmes agraires et le développement, n° 17.

Chambers R., 1992. Diagnostic rural participatif : hier, aujourd'hui, demain. *In : Arbres, forêts et communautés rurales*, n° 1, programme FTP, FAO.

Chevallier C., 1988. Activité agricole et qualité des eaux superficielles en zone de marais littoral. Communication au Colloque inter-régional de l'association du grand littoral atlantique, Arcachon, 5 p.

Collectif, 1980. *Les marais de l'Ouest. Etude des conditions et des conséquences de l'adoption des techniques d'assainissement agricole dans un réseau d'exploitations de référence*. Rapport DGRST-INRA, 172 p. + annexes.

Damour L., Pons Y., 1987. "Attention ! un marais peut en cacher un autre (brochure). Fermes de références, marais de l'Ouest-INRA St Laurent de la Prée, Chambres d'Agriculture et DDAF de Loire, Vendée, Deux-Sèvres, Charente-Maritime, Gironde et Ministère de l'Agriculture, 12 p.

Darré J.-P., 1985. *La parole et la technique. L'univers de pensée des éleveurs du Ternois*. Paris, L'Harmattan, coll. alternatives paysannes, 156 p.

Darré J.-P., Le Guen R., 1986. L'élaboration des modèles de vie et de travail en agriculture. Agriscope n° 7 CP5-196.

Farrington J., Martin A., 1990. La participation des agriculteurs dans la recherche agricole : concepts et pratiques. Publication n° 9-0, ODI Londres (traduction D. Side CTA Wageningen), 78 p.

Habermas, 1986. *Morale et Communication*. Traduit de l'allemand par C. Bouchin dhomme. Paris, Le Cerf.

Lefeuvre J.-C., Damour L., Chevallier C., 1984. La Recherche, un préalable à la mise en valeur des marais de l'Ouest. *In : problèmes bio-économiques du littoral charentais. Compte-rendu du colloque "Les journées du littoral"*. La Rochelle, Poitiers, ADRT et CNDP, pp. 33-53.

Leroux A., 1989. *Impact des aménagements hydroagricoles sur l'avifaune nicheuse, marais de Rochefort et de Brouage, Charente-Maritime*. Thèse de doctorat de 3ème cycle, Université de Rennes I, 269 p.

Paillotin, 1993. La recherche agronomique doit prendre en compte la demande du citoyen. *In : Le Monde, 6-02-93*. Interview de C. Vincent.

Poly J., 1986. L'INRA, 40 ans d'histoire. *In : 40 ans de recherche agronomique 1946-86*. Paris, INRA, p. 5-13.

Systèmes d'élevage en ferme : les zootechniciens européens à la recherche de concepts et d'outils

Gibon Annick[1] ; Matheron Gérard[2] ; Vissac Bertrand[3] ; Flamant Jean-Claude[1] ; Revilla R.[4] ; Sibbald A.R.[5]

[1]INRA-SAD Toulouse, BP 27, 31326 Castanet-Tolosan, France

[2]CIRAD, BP 5035, 34032 Montpellier cedex, France

[3]INRA-SAD, 147, rue de l'Université, 75338 Paris Cedex 07, France

[4]SIA DGA, Aptdo 727, 50080 Zaragoza, Espagne

[5]MLURI, Craigiebuckler, Aberdeen AB9 QJ, Grande-Bretagne

Résumé

Une série de symposiums FEZ (Fédération européenne de zootechnie)/CEE ouverte en 1990 réunit les zootechniciens européens tous les deux ans pour réfléchir sur les bases conceptuelles et méthodologiques de l'étude des systèmes d'élevage en ferme. Les démarches mises en œuvre sont basées explicitement ou implicitement sur l'analyse de système et sur la modélisation systémique. Elles tentent de définir une zootechnie adaptée à l'appui aux acteurs de l'élevage, l'objectif étant de mieux contribuer à la durabilité des systèmes d'élevage. Cette réflexion interne à la zootechnie est complémentaire des échanges entre les autres disciplines de l'agriculture et les sciences sociales dans une perspective de recherche-développement. L'accent est mis sur les bases théoriques et pratiques de prise en compte de l'éleveur en tant qu'acteur du système d'élevage, l'intégration des connaissances sectorielles pour l'évaluation des systèmes d'élevage, les méthodes d'approche de la gestion de l'espace par l'élevage et les dispositifs zootechniques dans les opérations de recherche-développement.

Mots clés

Systèmes d'élevage, zootechnie, méthodologie, modélisation systémique, recherche agricole participative, gestion de l'espace, gestion des exploitations, modélisation du troupeau, Europe.

Abstract

European Animal Production Scientists in Search of Concepts and Tools for an On-Farm Approach to Livestock Farming Systems

A series of symposia were initiated by the European Association for Animal Production and the European Economic Community in 1990 to encourage discussion between animal production scientists concerned with on-farm livestock systems in Europe. Approaches implicitly or explicitly refer to systems analysis and systemssytems modelling, and aim to define an approach to animal science adapted to the operators of livestock production. The objective is to contribute more effectively to sustainability in livestock farming. These discussions complement exchanges with other agricultural scientists and sociologists in the research and development field. The symposia focus on theoretical and methodological bases for assessing the farmer as manager, integration of specialist knowledgeknowlegde from the different branches of animal science, assessment of land use by livestock farming, and protocols and designs for field work in animal science.

Introduction

Des forums internationaux se tiennent régulièrement sur l'articulation entre disciplines, en particulier entre sciences humaines et sciences biologiques, pour comprendre le développement agricole et rural et traiter des méthodes et concepts permettant de développer les démarches intégrées de recherche-développement. Ce congrès en est une illustration. Force est de constater que, jusqu'à une période récente, ces forums n'avaient pas leur équivalent à l'intérieur de chaque grande discipline technique (sciences agronomiques, zootechnie, etc.), en particulier en production animale.

Une première rencontre européenne sur ce thème s'est tenue à Toulouse en 1990. Elle a constitué le point de départ d'un mouvement de plus longue durée. Nous allons en présenter les étapes avant de développer les principaux axes de réflexion abordés dans les deux premiers symposiums.

Historique des symposiums zootechniques européens sur l'étude des systèmes d'élevage en ferme dans une perspective de recherche-développement

En 1989, 1990 et 1991 se sont déroulées en France trois manifestations internationales, à l'occasion desquelles

l'INRA-SAD (Unité de recherche Systèmes agraires et développement de l'INRA) a voulu faire connaître les démarches développées en France pour l'approche globale des activités d'élevage et contribuer à renforcer les réseaux internationaux d'échanges scientifiques sur ce thème. L'INRA-SAD a ainsi organisé deux ateliers, l'un à l'occasion du Congrès mondial des herbages de Nice en 1989 (Systèmes fourragers) et l'autre au Congrès mondial des terres à pâturage de Montpellier en 1991 (Systèmes pastoraux), et, avec le CIRAD-EMVT, le symposium de Toulouse, en 1990, à l'occasion de la XLI[e] réunion annuelle de la FEZ.

Ce symposium a constitué un test positif de l'intérêt des zootechniciens européens pour des rencontres sur les bases théoriques et méthodologiques d'approche des systèmes d'élevage. Il a bénéficié du patronage de la FEZ, du CIHEAM (Centre international des hautes études agronomiques méditerranéennes) et du réseau Petits ruminants de la FAO ainsi que de l'aide de la CEE. Face au succès de cette journée et à l'intérêt manifesté par les participants pour un approfondissement des échanges sur ce thème, un deuxième symposium s'est tenu à Saragosse, en tant qu'activité satellite de la XLIII[e] réunion annuelle de la FEZ, à Madrid. Il a été coorganisé par le CIHEAM/IAMZ (Institut agronomique méditerranéen de Saragosse), le Service de la recherche agraire d'Aragon (SIA-DGA) et les instigateurs du précédent symposium. En raison du succès de ce deuxième forum sur les concepts et méthodes d'approche des systèmes d'élevage en ferme, le comité scientifique international a considéré que ce type de manifestation venait combler un manque dans les thèmes de rencontre zootechnique à l'échelle européenne. Il a suggéré que de telles journées soient renouvelées régulièrement et a proposé d'organiser avec la FEZ un III[e] symposium à Aberdeen à l'occasion de sa XLV[e] réunion annuelle à Edimbourg. Les symposiums sur l'étude des systèmes d'élevage en ferme sont ainsi devenus une activité satellite régulière de la FEZ, qui s'inscrit dans son accord-cadre d'activités conjointes avec la CEE et repose sur un comité scientifique permanent, animé par l'INRA-SAD.

Diversité des démarches

La nécessité de développer des approches permettant d'aborder globalement les activités d'élevage dans une perspective d'appui aux acteurs apparaît désormais clairement dans un ensemble très large de milieux et de pays, ce qui n'empêche pas les zootechniciens d'en ressentir toutes les difficultés et toutes les exigences. Les démarches sont en outre très diversifiées, tant au niveau des objets scientifiques abordés qu'à celui des relations qu'entretiennent éleveurs, chercheurs et agents de développement. L'observation de cette diversité dans les contributions aux symposiums de Toulouse et de Saragosse permet de mettre en lumière des "surdéterminants", qui conditionnent les orientations des recherches.

Le poids du contexte culturel, économique et social

Les conditions économiques et sociales générales dans lesquelles s'inscrivent les recherches contribuent à orienter les démarches beaucoup plus profondément que les zootechniciens n'en ont généralement conscience, en raison du caractère à priori intemporel et universel prêté à la pensée scientifique.

En resituant l'évolution de la pensée zootechnique dans le cadre des changements des sociétés nord-européennes, Sorensen *et al.* (1992) ainsi que Béranger et Vissac (1994) aident à comprendre les raisons d'ordre général qui ont longtemps conduit à négliger les facteurs humains de l'élevage dans les contextes danois et français pour insister sur les aspects technologiques de son développement. En effet, le modèle de développement de l'époque exigeait avant tout une augmentation de la productivité biologique des troupeaux. Ces auteurs montrent comment la crise de nos sociétés conduit à une remise en cause de ce modèle. Mais historiquement, c'est d'abord dans les pays en développement que la complexité des situations sociales et les fortes contraintes de milieux géographiques ont amené certains zootechniciens à développer des travaux où le facteur humain de l'élevage était plus présent.

Enfin, il ne faut pas sous-estimer le poids des particularités des pays et des langues sur les orientations méthodologiques des recherches. En laissant de côté tout jugement de valeur, il faut bien admettre que, spontanément, selon les cultures, les premières étapes des approches sont soit plus pragmatiques *(how ?)*, soit plus théoriques *(why ?)* (Connolly, Université de Dublin, comm. pers., 1990).

La diversité des points de vue zootechniques

Pendant de nombreuses années, l'orientation des recherches zootechniques s'est caractérisée par une distanciation progressive entre la réflexion et les travaux des zootechniciens d'une part, les préoccupations et objectifs des agriculteurs d'autre part. Lancées pour répondre à des préoccupations d'augmentation de la productivité de l'élevage, les recherches se sont éloignées petit à petit d'une perception globale des problèmes de développement. Le besoin d'approfondir les connaissances dans des domaines particuliers (avec la nécessaire spécialisation des chercheurs) et la confiance dans les capacités du progrès technique à résoudre les problèmes de société ont prévalu au cours des trente glorieuses, en particulier dans les pays avancés, avec parallèlement une dénonciation de la mentalité passéiste des paysans. Malgré tout, en marge de cette évolution, certains ont tenté de promouvoir une vision globale de l'élevage et de la zootechnie.

La génétique animale est un des courants zootechniques les plus anciens de recueil de données dans les élevages. Depuis longtemps, en effet, elle a mis en place des dispositifs de contrôle de performances en ferme pour fonder des schémas d'amélioration collective des populations animales. On n'en trouve pas l'équivalent dans les autres branches de la zootechnie, où, pendant longtemps, le terrain a constitué uniquement la source du questionnement expérimental. Malgré cet ancrage dans les élevages, les généticiens, eux aussi, ont laissé de côté les questions globales de gestion des troupeaux pour mieux affiner les outils et l'efficacité de la sélection.

D'autres zootechniciens, impliqués dans l'enseignement supérieur, l'administration de la recherche au plus haut ni-

veau ou encore dans les institutions responsables de la vulgarisation et du développement agricole, ont tenté de préserver une réflexion d'ensemble sur la science des productions animales et sur "l'animal entier", selon une expression empruntée à R. Jarrige. Conduite en marge de ce qui leur apparaissait comme une nécessaire spécialisation des recherches, cette réflexion d'experts a permis de proposer aux jeunes zootechniciens des éléments de culture générale, mais elle n'a pas abouti à réorienter les questionnements scientifiques vers une vision plus intégrée de l'élevage. On lui doit néanmoins une ouverture sur les systèmes zootechniques de production et sur leur modélisation vue comme un moyen de redonner une cohérence scientifique à un ensemble de connaissances parcellisées (Dent *et al.*, 1994).

Par ailleurs, à partir de la fin des années 60 ont émergé, surtout dans un objectif de réduction de retards de développement (aide au tiers monde, aux zones de montagne et aux régions méditerranéennes de la CEE), des approches zootechniques différentes. Face à l'inadaptation des modèles et innovations techniques dominants, on a assisté à un retour sur le terrain de zootechniciens généralistes soucieux d'aborder plus directement les problèmes locaux de développement et de leur trouver des solutions spécifiques (Fitzhugh et Rey, 1994, etc.). Cette évolution est similaire à celle de l'agronomie (Sebillotte, 1974). Ces démarches, conduites le plus souvent en relation étroite avec les acteurs du développement, s'inscrivent dans ce qu'il est convenu d'appeler le courant des recherches participatives.

La diversité des relations chercheurs-acteurs de l'élevage

En rupture avec le schéma d'une recherche créatrice d'innovations destinées à un transfert vers ses utilisateurs, la recherche zootechnique sur les systèmes d'élevage en ferme est le plus souvent conçue en termes de partenariat.

Les fondements et l'enjeu de ce partenariat prennent des formes très variables suivant les situations, les types de société et l'attitude des institutions de recherche. Historiquement plus nombreuses de par le monde en productions végétales qu'en élevage, les recherches agricoles participatives (RAP) ont fait l'objet d'analyses approfondies sur leurs bases théoriques et méthodologiques dans divers ouvrages. Farrington et Martin (1990), par exemple, en analysent la diversité dans une réflexion d'une grande richesse. Nous en évoquerons ici quelques grands axes ; on peut en retrouver sans peine des illustrations dans les contributions aux symposiums de Toulouse et Saragosse : le rôle des agriculteurs aux différentes phases de la recherche et la place accordée aux savoirs paysans ; la structuration d'ensemble de l'approche scientifique, pluridisciplinaire ou interdisciplinaire ; le cadre institutionnel de la recherche, en particulier le type de relations des groupes de recherche de terrain avec les systèmes nationaux de recherche agricole. Mais dans tous les cas, l'implication sur le terrain et la discussion avec l'agriculteur sur une base de respect mutuel restent les deux principes fondamentaux pour le chercheur.

Pour les zootechniciens qui s'engagent dans une démarche de RAP, les interrogations sont plus délicates encore que pour les agronomes, en raison de la complexité plus forte du sujet. Du fait de la difficulté à intervenir sur (et à contrôler) des animaux chez des éleveurs, elles portent en particulier sur le rôle respectif du terrain ou du milieu expérimental dans les projets (Revilla et Gibon, 1992 ; Chabosseau et Dedieu, 1994) et sur le choix des thèmes de recherche et d'action prioritaires en relation avec leur rôle possible dans une dynamique de développement (Vallerand, 1992). Les réponses dépendent grandement des formes d'élevage, des types de société et du cadre institutionnel du partenariat. Aux Pays-Bas, syndicats d'éleveurs et chercheurs sont par exemple convenus d'un dispositif où des domaines expérimentaux permettent d'éviter les expérimentations en ferme (Osinga, 1992), alors que dans d'autres milieux, tels la Corse ou le Sénégal, le dispositif s'appuie essentiellement sur des recherches en ferme (Vallerand *et al.*, 1992 ; Faugère et Moulin, 1992).

Une tour de Babel

D'importants problèmes de terminologie découlent des barrières linguistiques, voire des valeurs éthiques, qui se conjuguent avec les questions déjà évoquées pour renforcer les difficultés de compréhension entre les zootechniciens système. Ainsi par exemple, chez les zootechniciens francophones, le terme diagnostic est maintenant couramment utilisé pour désigner une démarche d'évaluation globale de systèmes d'élevage ; chez les zootechniciens de langue anglaise, la coutume le réserve encore assez strictement à l'évaluation des problèmes de santé animale, et ils lui préfèrent le terme *assessment* pour exprimer l'idée. Le lexique français-anglais que vient d'éditer Bonneval (1993) offre bien d'autres illustrations des nombreuses incompréhensions que peuvent entraîner les traductions littérales d'une langue à l'autre, du fait de différences qui ont parfois leurs racines, au-delà des termes eux-mêmes, dans les concepts qu'ils désignent.

Les thèmes et champs spécifiques

Quels que soient les milieux concernés, en raison de leur objectif très lié au développement, les travaux accordent une importance particulière aux conditions de la reproductibilité des systèmes d'élevage. Il s'agit de leur capacité à offrir des conditions de vie et de revenu correctes à une population, mais aussi à assurer le maintien à long terme des ressources végétales utilisées, et plus largement l'entretien et la préservation de l'environnement.

La première caractéristique générale à souligner correspond au choix de la globalité et à l'acceptation de la complexité. Même si, dans les faits, ce choix philosophique est parfois empirique et difficile à assumer, il correspond à un des fondements de la démarche systémique, qui a toujours de fortes répercussions sur la façon d'envisager et de modéliser les phénomènes et processus étudiés (Legay, 1986).

Quels que soient le positionnement théorique des recherches et leurs objets concrets, c'est là une deuxième grande caractéristique, l'élevage y est vu avant tout comme une activité humaine. Cela oblige en fait à repenser les objets de recherche et les orientations des travaux (Béranger et Vissac, 1994), que les démarches aient été initialement

tournées plutôt vers les dimensions techniques ou technico-économiques (Sorensen, 1992 ; Dent *et al.*, 1994), sanitaires (Morris *et al.*, 1994) ou génétiques (Fitzhugh et Rey, 1994).

Les systèmes d'élevage et les méthodes d'approche

Les définitions des systèmes d'élevage (SE) au niveau des exploitations agricoles, qu'elles soient explicites ou implicites, s'appuient sur une conception large, prenant en compte tous les éléments structurels et les facteurs de production intervenant dans l'élaboration de la production animale. Elles intègrent les différents troupeaux dont dispose un même éleveur (Madani, 1994), les terrains de pâturage et les productions végétales destinées au (x) troupeau (x). En outre, que l'acteur du système soit intégré dans la représentation (Béranger et Vissac, 1994 ; Sorensen et Kristensen, 1992) ou non pour l'instant (Dent *et al.*, 1994), l'objectif est de concevoir le SE comme ce que les systémiciens appellent un système piloté (Le Moigne, 1977). La place des objectifs et des pratiques des éleveurs dans les travaux peut se limiter à une simple prise en compte dans des modèles qui portent sur le troupeau ou la gestion des populations animales comme dans des travaux centrés sur l'étude de l'adoption d'innovations par des éleveurs (Tucker et Perelovoski, 1994 ; Ledin, 1994) ; mais elle peut aller jusqu'à la modélisation du système de décisions des éleveurs. Dans ce dernier cas, l'étude peut porter sur toutes les pratiques (Sorensen, 1992 ; 1994) ou seulement sur certains domaines mal explorés jusqu'à présent (en général, les pratiques sanitaires : Beaudeau *et al.*, 1994 ; Bernues *et al.* ; Enevoldsen *et al.*, 1994). Derrière la diversité des thèmes et des méthodes de travail en ferme reste toujours un principe fondamental : le dialogue d'égal à égal avec l'éleveur pour mieux comprendre ses choix et leurs motivations.

L'animal et le troupeau : des entités biologiques fonctionnelles soumises à la gestion de l'éleveur

Les représentations utilisées à l'échelle de l'animal ou du troupeau pour établir des critères d'évaluation utilisables en ferme ou des modèles de fonctionnement cherchent à relier étroitement le fonctionnement de ces systèmes biologiques et les décisions de gestion des éleveurs à leur égard. On est encore loin d'aborder de façon cohérente et bien articulée le fonctionnement démographique du troupeau, les paramètres de l'élaboration de la production de l'animal en liaison avec sa conduite alimentaire et le rôle des aspects sanitaires dans l'efficacité du système. Un des enjeux les plus importants est d'articuler les démarches issues de l'étude des fonctions de production (les différentes branches de la physiologie) avec celles issues des sciences de la pathologie animale (Gibon *et al.*, 1992). Selon les cursus de formation, il existe des différences de conception de l'élevage parfois marquées entre vétérinaires cliniciens et autres zootechniciens (Bory et Croston, 1992). L'épidémiologie semble pouvoir jouer un rôle important pour le rapprochement entre ces deux types de démarche.

Qu'il s'agisse de caractériser les populations animales utilisées (Gabiña *et al.*, 1994) ou de porter un diagnostic sur la gestion et la production des troupeaux en ferme, les travaux cherchent à se référer au fonctionnement d'ensemble de l'animal (ou du troupeau) et à le modéliser en termes de lois de réponse de la production à la gestion (Revilla et Gibon, 1992 ; Lescourret *et al.*, 1994 ; Dedieu et Thériez, 1994).

L'élevage vu comme un utilisateur d'espace

L'utilisation de l'espace est une préoccupation importante de la zootechnie systémique en ferme. Les modèles concernent la valorisation des herbages et parcours par les troupeaux, mais ils accordent une place de plus en plus importante à l'impact des animaux sur l'espace. Cette évolution conduit les zootechniciens à renouveler leurs représentations des relations herbivores-végétation et activité d'élevage-mise en valeur de l'espace. Ces dernières incluent non seulement leurs dimensions fourragères et pastorales (Sibbald *et al.*, 1992 ; Balent et Gibon, 1992), mais aussi le rôle de l'élevage dans l'entretien et la préservation de la qualité écologique et/ou sociale des milieux (Havet *et al.*, 1994 ; Sibbald *et al.*, 1994). L'espace est alors considéré non seulement comme un facteur, mais aussi comme un produit de l'activité d'élevage.

La recherche d'une approche zootechnique intégrée de l'élevage à ses niveaux d'organisation englobants (populations animales, filières)

Une approche zootechnique de l'élevage en tant qu'activité humaine demande à s'intéresser à d'autres niveaux d'organisation que l'exploitation agricole et le territoire qu'elle utilise. Quand la dynamique de développement local de l'élevage est en cause, le systémicien est ainsi amené à s'interroger non seulement sur les relations de l'élevage à l'espace précédemment évoquées, mais aussi sur les populations animales et leur gestion, les filières et leurs relations aux communautés humaines locales, etc. Les essais de représentation zootechnique systémique sont globalement moins avancés pour ces niveaux d'organisation englobants de l'élevage. Comme le soulignent Béranger et Vissac (1994), un enjeu important aujourd'hui est aussi de construire des représentations de l'interaction entre ces différentes dimensions.

Conclusions

L'émergence d'un courant de recherches sur les systèmes d'élevage en ferme participe du besoin d'évolution ressenti par la discipline zootechnique et résultant de la transformation des conditions économiques et sociales des productions animales. De nouvelles considérations viennent compléter, ou supplanter, selon les milieux, l'objectif quantitatif de production, notamment la qualité des produits, le respect de l'environnement et le maintien de l'activité agricole et de l'emploi en régions difficiles. Les besoins d'approches systémiques résultent aussi des exigences de gestion d'unités d'élevage de plus en plus fragiles sur le plan de la technologie, de l'économie et de l'environnement.

Les zootechniciens système se trouvent ainsi à l'intersection entre le large champ disciplinaire des productions animales et l'immense champ interdisciplinaire des recherches sur les systèmes agraires et leur développement, qui mobi-

lise sciences de la nature et sciences de la société. Pour progresser, ils ont besoin de poursuivre la réflexion dans deux grandes perspectives complémentaires : une problématique générale sur les systèmes agraires et le développement local intégré et une zootechnie généraliste, adaptée au travail de terrain mais bien articulée avec les différentes branches spécialisées de la science des productions animales. Autant la progression dans la première perspective relève avant tout des dynamiques correspondant au champ couvert par ce congrès et d'une réflexion en terme de recherche-action ou de recherche participative, autant la seconde demande à s'appuyer sur une réflexion ancrée sur des échanges approfondis avec les autres chercheurs en productions animales.

La FEZ a soutenu, avec d'autres institutions internationales s'intéressant à l'élevage, la constitution d'une structure européenne d'échanges spécifiques à l'interdisciplinarité interne à la zootechnie, dans le cadre de ses activités satellites. Celle-ci répond au souci des zootechniciens de terrain de rester des généralistes compétents, au fait des derniers progrès de leur discipline. Elle répond ainsi également aux préoccupations d'autres chercheurs en zootechnie, qui, suite à la longue période d'éclatement de la discipline en de multiples branches spécialisées, s'interrogent actuellement sur sa cohérence d'ensemble et trouvent dans l'approche systémique un outil de recadrage des questionnements scientifiques.

Bon nombre de ces zootechniciens système participent également aux réflexions sur les démarches de recherche-développement dans les mouvements interdisciplinaires larges qui échangent sur les concepts, la méthodologie et les expériences des uns et des autres. Ils peuvent y avoir une contribution d'autant plus fructueuse, en raison de la complexité de l'activité d'élevage face à d'autres activités agricoles, qu'ils affineront parallèlement les représentations et outils de leur discipline.

Références bibliographiques

Dans les actes du symposium de Toulouse (1990) : in Gibon A., Matheron G., 1992. Global appraisal of livestock farming systems and study of their organizational levels : concepts, methodology and results. Luxembourg, Agrimed Research Programme, European Communities - Commission, Agriculture Series Eur 14479, XIX, 511 p.

Balent G., Gibon A., 1992. Pyrenean grazing systems : Approach to organizational levels of space utilization practices in stock farming, p.305-310.

Bories A., Croston D., 1992. Recherche, formation et développement dans le domaine des systèmes d'élevage. Compte rendu des débats, p. 475-478.

Faugère O., Moulin C.H., 1992. L'animal : éléments d'observation pour une analyse pluridisciplinaire des systèmes d'élevage tropicaux, p. 95-103.

Gibon A., Matheron G., Vissac B., 1992. Conclusions générales du symposium, p.485-490.

Osinga I.A., 1992. Dairy farming systems research in the Netherlands, p.105-111.

Revilla R., Gibon A., 1992. Recherches sur les systèmes d'élevage et rôle respectif de l'observation et de l'expérimentation : l'exemple des Pyrennées centrales, p. 59-77.

Sibbald A.R., Maxwell T.J., 1992. Contrasting approaches to systems research for sheep production in the hills and uplands of the United Kingdom, p.79-93.

Sorensen J.T., Kristensen E.S., 1992. Systemic modelling : A research methodology in livestock farming, p.45-57.

Vallerand F., Casabianca F., Santucci P.M., Bouche R., 1992. Apports du concept d'organisation dans une recherche/action sur les systèmes d'élevage méditerranéens, p. 21-44.

Dans les actes du symposium de Saragosse (1992) : in Gibon A., Flamant J.-C., 1994. L'étude des systèmes d'élevage en ferme dans une perspective de Recherche-Développement. Wageningen, The Netherlands, PUDOC, EAAP Agricultural Series 79, (in press).

Béranger C., Vissac B., 1994. Bases théoriques et méthodologiques pour une approche zootechnique globale : le système d'élevage piloté. 12 p.

Bernues A., Manrique E., Maza M.T., 1994. Como delimitar y utilizar un concepto de sistema eco-sanitario de explotacion. 5 p.

Chabosseau J.-M., Dedieu B., 1994. Articulation entre des suivis d'exploitation d'élevage et une expérimentation système pour l'évaluation des systèmes pilotés : le cas du Montmorillonnais. 5 p.

Dedieu B., Thériez M., 1994. Indicateurs sur l'animal et le troupeau pour l'évaluation des systèmes d'élevage. 12 p.

Dent J.B., MacGregor M.J., Edwards-Jones G., 1994. Livestock production systems and research into complex systems. 10 p.

Gabina D., Urarte E., Oregui L.M., Arrese F., Arranz J., Beltran de Heredia I., 1994. The study of livestock farming systems in a research and development framework. 10 p.

Havet A., Hubert B., Gibon A., Roux M., 1994. Méthodologie d'étude des relations élevage-environnement. 5 p.

Ledin I., Khorchani T., 1994. The effect of intensified extension of known production techniques on sheep production in 8 pilot sheep flocks in Sidi Bouzid, Tunisia. 2 p.

Lescourret F., Faye B., 1994. Conception et intérêt d'une base de données dans un système d'information à visée de recherche exploratoire : un exemple en épidémiologie animale. 5 p.

Rey B., Fitzhugh H., 1994. Systems appraoch to livestock research : The ILCA's experience. 5 p.

Madani T. *et al.*, 1994. Systèmes d'élevage sylvopastoraux dans l'est algérien : connaissance, diagnostics et propositions d'intégration. 5 p.

Morris R.S., Pfeiffer D.U., Sanson R.L., 1994. Application of a system approach to the study of animal desease. 12 p.

Sibbald A.R., Hutchings, N.J. 1994. The integration of environmental requirements into livestock systems based on grazed pastures in the European Community. 5 p.

Sorensen J.T., Steen Kristensen E., 1994. Computer models, research and livestock farming systems. 12 p.

Tucker R.I., Perelovoski A., 1994. Traditional versus intensive Bedouin pastoral production patterns : An economic analysis. 5 p.

Autres références

Bonneval L. de, 1993. Systèmes agraires, systèmes de production. Vocabulaire français-anglais avec index anglais. Paris, France, INRA Publ., Coll. Dictionnaires, 285 p.

Farrington J., Martin A., 1990. La participation des agriculteurs dans la recherche agricole : concepts et pratiques. Londres, Grande-Bretagne, ODI Publ., 78 p.

Legay J.M., 1986. Méthodes et modèles dans l'étude des systèmes complexes. Communication présentée au colloque Diversification des modèles de développement rural : questions et méthodes. Cahiers de la Recherche Développement, 11 : 1-6.

Lemoigne J.-L., 1977. La théorie du système général. Paris, France, PUF, 258 p.

Sébillotte M., 1974. Agronomie et Agriculture. Essai d'analyse des tâches de l'agronome. Cah. ORSTOM, Sér. Biol., 24 : 3-25.

Integrating Agroecological and Socioeconomic Rural Dynamics : Theoretical Framework and Application

Schilizzi, Steven GM[1] ; Apedaile, L. Peter[2]

[1]Unité SAD-LECSA, INRA, 2 place Viala, 34060 Montpellier Cedex 01, France

[2]Department of Rural Economy, University of Alberta, 515 Gen. Serv. Building, T6G 2H1 Edmonton, Alberta, Canada

Abstract

A theoretical framework is proposed for consistently modelling open-system dynamics between ecosphere, economy, and society. Its function is not to describe, but to organize reality. Systems are seen both as functioning entities in terms of resource flows and as governing entities in terms of systems of rules. There are three basic functional interactions —predation, competition, and cooperation — dependent on mutualism between systems. These are governed by oikos, the system of rules governing system behavior. Predation and competition, linked in time through efficiency in resource use and terms of exchange in resource circulation, relate to each other in an oscillatory way. Cooperation allows for discontinuous 'change of alliances' and introduces the possibility of deterministic chaos dynamics. Oikos, governing exogenous and endogenous perturbations, sets limits or conditions. This approach is applied to a deforestation process in western Burkina Faso to show how it can help reformulate the problem without omitting any perceived dimension. The strategy is to modify the system of rules (oikos) so that the workings of society reduce deforestation. Solutions are provided by globally consistent new processes and rules for restructuring the dynamics of forest use.

Key words

Burkina Faso, coevolution, complexity, deforestation, environment, oikos, system dynamics, systems theory.

Résumé

L'intégration des dynamiques rurales agroécologiques et socio-économiques : cadre théorique et application

Ce travail propose un cadre théorique pour modéliser de façon cohérente les dynamiques ouvertes entre écosphère, économie et société. Sa fonction n'est pas de décrire, mais d'organiser la réalité. Les systèmes sont vus de façon complémentaire comme fonctionnant avec des flux de ressources et comme régulant avec un système de règles. Les trois interactions fonctionnelles fondamentales, la prédation, la concurrence et la coopération, dépendent du mutualisme entre systèmes. Elles sont régulées par l'oikos, le système de règles régissant le comportement des systèmes. Prédation et concurrence, liées dans le temps par l'efficience dans l'utilisation des ressources et les termes de l'échange dans leur circulation, sont reliées de façon oscillatoire. La coopération introduit des "changements d'alliance" discontinus et permet des dynamiques chaotiques. L'oikos, régulateur des perturbations exogènes et endogènes, définit limites et conditions. On applique ce cadre d'analyse au processus de déforestation au Burkina Faso occidental pour montrer comment il peut servir à reformuler le problème sans omettre aucune dimension perçue. La question devient celle de modifier le système de règles (oikos) de façon à ce que le fonctionnement social diminue de lui-même la déforestation. Les solutions sont en terme de nouveaux processus et règles communes restructurant les dynamiques d'usage de la forêt.

Introduction

The aim of this study was to propose a theoretical framework that allows consistent modelling of open-system dynamics between ecosphere, economy, and society. How do social systems evolve relative to one another, the ecosphere relative to the economy, and the economy relative to society ? Environmental disruption such as pollution, resource depletion or accelerated erosion, underdevelopment, structural indebtedness, and technological dependence, and social inequality and unemployment, are problems of system coevolution.

The following framework aims to be heuristic, not descriptive : it does not describe reality, but organizes it. It must help reformulate problems of complex system coevolutions to provide solutions. Usually, solutions cannot be found because problem formulation does not allow for all the necessary dimensions. This is especially true for

interactions between ecosphere and economy, and environmental resource uses.

The proposed framework has been applied to a deforestation process in Sudano-Sahelian French West Africa (Burkina Faso). It has been used, not to solve the problem, but to outline how deforestation should be reformulated to allow a solution to be found. The concept of 'solution' is understood to mean both a system in effective operation and an efficient set of rules leading to this effectiveness. In our case, the solution is provided by the necessary and sufficient conditions for changing local deforestation dynamics.

Theoretical Framework

Dynamics of Coevolution

Open systems interact continually with each other and with their environment. The 'environment' is taken to mean 'all other systems'. Open systems exchange energy or matter and information. Systems interact with one another by exchanging flows, continuously or discontinuously, of energy or matter and/or information. What we are interested in is how each system evolves relative to another and what makes it evolve in that way.

The theoretical framework proposed rests on a trilogy borrowed from ecological dynamics : competition, predation, and cooperation (Hirschleifer 1978 ; Freedman 1987). Predation is the most prevalent. These elements are seen as the three basic system-structuring interactions. They are defined so as to be mutually exclusive between two systems. Competition is a -/- relationship ; predation is +/- ; and cooperation is +/+. However, exclusivity is true only of two interacting systems.

At least three systems must be considered in a functioning model — the two interacting systems plus the environment. It can be verified that with three systems or more, the three basic interactions are at work simultaneously. Moreover, as each system is generally composed of subsystems, these interactions are also at work at lower levels. A firm in a competitive environment may be cooperating with another to increase predation over a third, through increased value extraction, while both cooperation and competition may be at work between different inner departments.

By definition, a system is a set of interacting components organized relative to a purpose. Purpose here is taken to be, at least, persistence. Persistence is the nonextinction of the system over an infinitely long time while subject to hazards resulting from interaction with other systems (Freedman, Moson 1990). This introduces the concept of function. A system functions as a set of processes or activities serving a system purpose. A subsystem function contributes to the larger system's persistence ; a system function contributes to the persistence of its subsystems, *eg*, by acting on their interactions.

That one interaction is at work rather than another depends on the type and degree of mutualism existing between the interacting systems and between the interacting systems and other systems. Obligate mutualism is defined as a situation where one system cannot persist without the other (no local alternatives or substitutes). It implies predation. Facultative mutualism is defined as a situation where one system needs another in order to enhance its own system performance. Mutualism excludes competition, and favors cooperation or predation : the outcome depends, in turn, on the mutualism existing with third systems. The absence of mutualism favors competition, but allows for predation. Again, the outcome depends on third-party conditions.

The working together of the three basic interactions must first be understood as predation competition dynamics. Competitive coevolution, or the change in competitive position, is governed by the efficiency of resource use (Porter, Ahearn 1993). A resource is what can (but does not necessarily) contribute to persistence. Predative coevolution, or the change in predative position, is governed by the resources extracted from a prey system per unit of resource spent to extract them (Stephens, Krebs 1986). This will be referred to as 'terms of exchange' (TOE), which involve a minimum of three systems, not two : they interact with regard to an environment.

To decrease risks of extinction in a competitive environment, a system must increase the efficiency of resource use or improve its TOE (Porter, Ahearn 1993). Increasing the efficiency of resource use beyond a certain point runs against the second law of thermodynamics. Additional resources are required to those already available as stock or flow. This necessitates improved TOE, which in turn requires increased predation. But predation must be improved in a competitive environment, and this demands competitive advantage, which in turn requires increased efficiency. This process takes time, and is only possible through learning, which stems from interaction with other systems. The process suggests that the underlying dynamics are of an oscillatory nature and may tend towards a limit cycle (Apedaile 1991).

Cooperation introduces a 'switching device' that allows for sudden changes in competitive and predative positions between systems. Cooperation works like a 'change of alliances'. A system may cooperate with another to improve its competitive and/or predative position relative to a third. In doing so, it must share the increased resource flow. If the share after increase is less than the previous flow without sharing, cooperation is not a bonus. Cooperation can thus be conditional on competitive advantage. Unlike pure predation competition dynamics, cooperation introduces important discontinuities. This suggests that global dynamics tend to be of a chaotic, though deterministic, nature (Lorenz 1989).

The concept on which understanding of these complex dynamics lies is that of an attractor, which can allow for chaotic phenomena (Lorenz 1989). Dynamic-system equilibria and limit cycles are special types of attractor the existence and stability of which are questionable. An unstable system's trajectory diverges (bifurcation) or joins that of another system (assimilation). The attraction domain includes all initial situations ending close to the attractor.

Dynamics of Restructuring : Oikos

A system, being organized, is subject to an organizing factor. This is a set of rules governing the behavior of the system. In human societies, internal rules are rules that a system applies to itself through some inner process (*eg*, through political procedures) ; external rules are those that the system appears to obey under theoretical analysis. The set of internal rules is referred to as the oikos.

Oikos is inherent to the definition of a system. It is what governs the system. Governance (regulation) is the activation of a set of rules and management of exogenous or endogenous perturbations affecting the system. As these are typically irregular in pattern, the creation of a new internal rule can be usefully viewed as dealing with uncertainty. The link between system governance and uncertainty is memory : identification, storage, and comparison of patterns of irregularities. Memory defines the scope or range of possible future events, which themselves define the uncertainties affecting the system at present. The set of future possibilities define the system's vision (*Weltanschauung*), which can deeply affect its behavior. Vision is rooted in past history.

Oikos as a set of (social) rules is itself organized into a system. There are rules for organizing rules — for changing, creating, and suppressing rules. A system of such rules define an institution, and institutions change, are created and disappear over time. Institutions are subsystems of system oikos : their function is to contribute to the system's purpose (at least persistence).

Oikos governs interactions within and between systems, namely, predation, competition, and cooperation. It does so by setting limits, thresholds or conditions (Apedaile, Schilizzi 1993 ; Apedaile et al 1994). Political ecologists want to set limits on ecospheric predation ; agricultural subsidies tend to offset industrial and urban predation ; contracts define conditions for cooperation ; and the General Agreement on Tariffs and Trade (GATT) regulates world economic competition.

Oikos governs differential access to resources among systems in terms of property rights and entitlements. Oikos regulates circulation and distribution of resources among social groups. The outcome between predation and cooperation on some part of the ecosphere depends on how interactions between social groups and individuals are governed.

Conversely, the interplay of the three interactions and the dynamics of system coevolution determine the change and evolution of system rules and oikos.

Oikos determines dynamic switch-overs through renewed cooperation. To change the relationship to that of predator or competitor, a system may cooperate with a third. To do so, new rules must be defined and oikos is changed. At an upper level, rules can be created to govern the creation of rules in response to changing resource flow patterns between systems (*eg*, new contracting laws).

This abstract theoretical framework will now be illustrated by an example in the dynamics of deforestation. The problem is one of excessive predation from a group of mutually competitive, cooperative, and predative social systems on a forest system. The solution that is sought is a new set of rules governing all these interactions (*ie*, a change in oikos). However, this change must rely on the oikos existing at present.

Dynamics of Deforestation in Western Burkina Faso

Background

The case presented here (Schilizzi et al 1992) is illustrative of a general process of deforestation in French West Africa. It concerns the classified forest of Dinderesso (CFD) in the Bobo region of Burkina Faso (formerly Upper Volta), near the country's second town of Bobo-Dioulasso (250 000 inhabitants). The CFD covers 8500 hectares of hilly land, half of which is already deforested and reduced to shrubland or lateritic wastelands. It is surrounded by eight villages and agricultural community lands and by three city areas of Bobo-Dioulasso.

The forest was classified (*ie*, preserved from exploitation by local populations) by French colonials in 1935. The original purpose was to have a fuelwood resource for locomotive power. Exotic fast-growing species were planted. Local populations had access only to deadwood for cooking needs and to herbs and leaves for medicinal use. Armed guards were appointed to protect the CFD.

When the country gained independence, the system was maintained. However, the local population has never accepted the 'classification' and, with increasing population pressure, exploits the forest increasingly. Exploitation takes three forms : tree-felling, cropping, and grazing (Figure 1).

Local foresters and authorities believe that about three times the forest growth (1.5 m^3/ha/year) is harvested yearly ; the damage is worsened every dry season by forest fires. If nothing is done to reverse the process, the CFD will probably not exist in a few years time.

The Situation as a Consequence of Problem Formulation

The problem — to stop, and if possible, to reverse the deforestation process — is a classic issue of common property. Its solution may appear to be straightforward (Azhar 1993). But for whom is such a problem important or even relevant ? What systems are involved and what oikos governs their interactions ?

It is not only the state authorities and national foresters, who have endorsed the colonial heritage, who perceive the problem in this way. Scientists do also. However, in the early 1980s, simple protection and armed guards gave way to trials of improved management. The firewood needs of the population were considered. In 1986, the state initiated a National Program for Community Land Management, whereby local populations were to be invited and made to participate in improved management schemes. Because of lack of adequate training for local extension workers, these initiatives have met with little success.

Recently, the state initiated an improved woodstove program to increase the efficiency of wood energy from 5 % to 60 %, potentially reducing wood consumption by a factor of 12. Because of the initial cost, the improved stoves have not been bought and the program has had little impact.

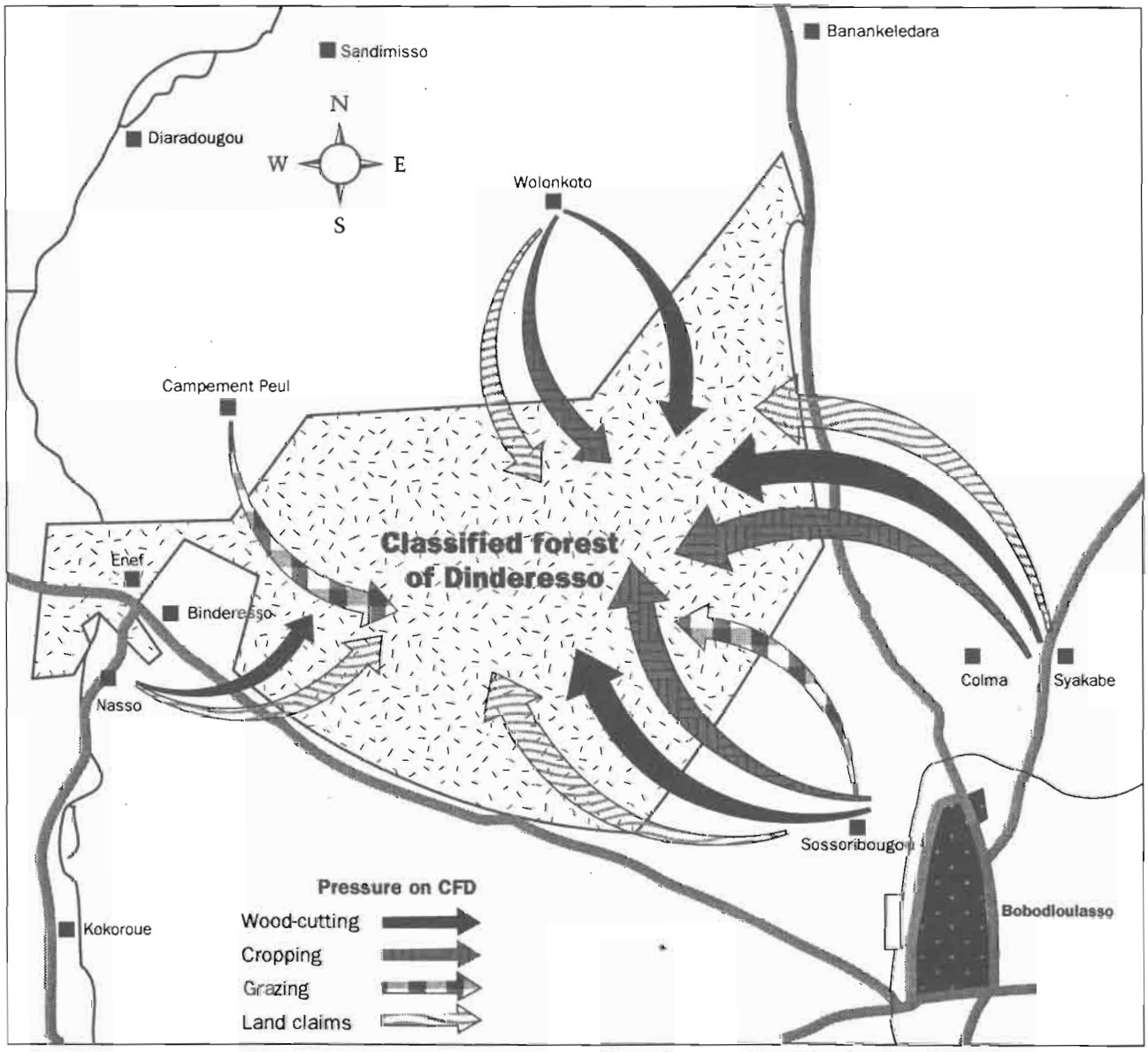


Figure 1. Exploitation of the classified forest of Dinderesso, Burkina Faso.

Reformulating the Problem within a Dynamic-Systems Paradigm

An on-site survey undertaken for thee months (Schilizzi et al 1992) studied the social and economic dynamics of deforestation, and categorized several social groups directly or indirectly involved in different ways (Figure 2). The results are used here to identify the structure of flows of forest resources between groups, and the rules governing these. In essence, all the social groups prey upon the forest while preying on, or competing or cooperating with each other (Table 1). Because there are no available energy substitutes, the mutualism involved is obligate : the forest is vital. The tragedy lies in the fact that the people involved know this, but cannot act under the present oikos.

For city officials in Bobo-Dioulasso, the problem posed by deforestation is matched by the energy shortage for cooking needs. They do not wish to forbid the cutting of forestwood, but to control and tax it in cooperation with state officials and foresters.

City dwellers can be divided into four groups having different strategies. Ordinarily, people need firewood, because other energy sources, such as bottled gas, are far too expensive. A few well-off wooddealers, who own the trucks that carry most of the wood to town, seek profit : they buy the wood at low prices from the villagers and sell it at higher prices in town. The poor unemployed earn some income through cutting and selling wood. Finally, those living in greatest poverty are driven to the outskirts of town and into the CFD, with no facilities, to clear forestland to build a house and to cultivate about 100m^2 of land.

In villages, artisans fell large, old trees of a particular kind and handcraft the hard tree core into pounding sticks that are used by women to crush and grind grain. Poor farmers with no good cropland need extra resources to survive : they clear and crop forestland (illegally) because of its higher fertility, then move and clear and crop elsewhere. Farmers with insufficient water resources during the dry season (eight months) cannot crop and have no sources of income other than cutting and selling wood. The wood is mainly sold to city dealers with trucks at the village roadside. As the Bobo people traditionally resist access to crop residues and fallow, Peulh herdsmen continue to graze cattle on forestland where the cattle eat young shoots.

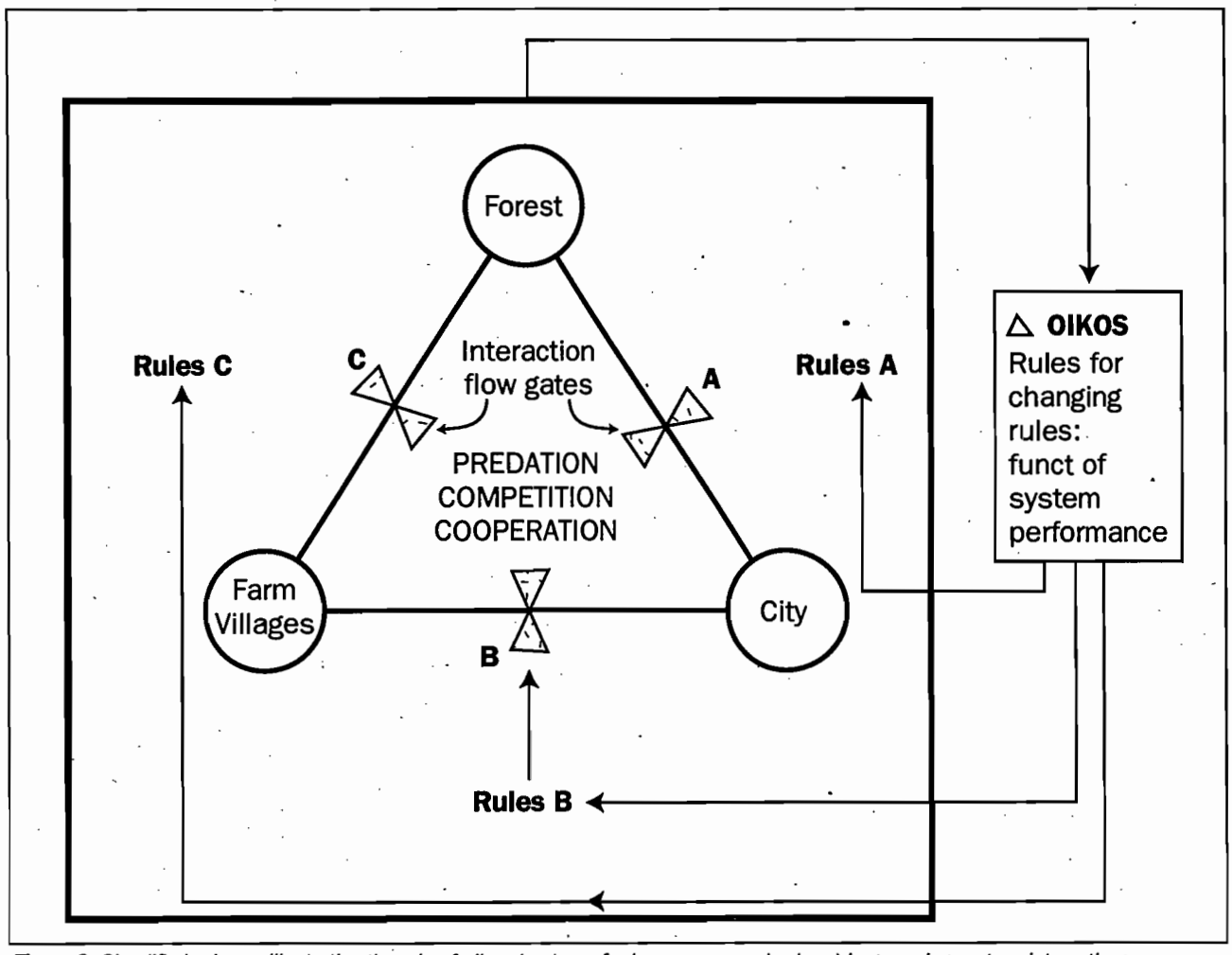


Figure 2. *Simplified scheme illustrating the role of oikos (system of rules, norms, and values) in governing system interactions (predation, competition, and cooperation) and behavior over time. Rules A, B, and C are part of the oikos — they set limits, thresholds or conditions on system interactions and resource flows. Rule systems, A, B, and C, correspond to institutions.*

Table 1. Subsystem interactions[a] shown in matrix form (based on detail of Figure 2 and including an additional subsystem). Particularly important interactions — the driving forces — are shown in bold. Predator – prey interactions must be read from matrix left to top. There is no predation of business on artisans as tree cores are only removed by the latter. There is competition between business and the unemployed because both seek directly or indirectly the same resource. One key action would be to change the forester – farmer interaction from competition (K) to cooperation (C). This matrix merely provides a starting point for the study of interactions — more is possible than juxtapositioning interactions.

Functional subsystem (relative to wood flows)	Forest			Villagers			City population			Official administration		
	T	C	P	A	F	M	H	U	B	F	C	G
Forest												
trees	*											
crops (C)	C/K	*										
pasture (P)	C/K	K	*									
Villagers												
artisans (A)	P	—	—	*								
farmers (F)	P	P	—	C	*							
herdsmen (M)	P	—	P	C	C	*						
City population												
households (H)	—	—	—	—	C	K	*					
unemployed (U)	P	—	—	K	K	K	P	*				
business (B)	—	—	—	—	P	—	P	K	*			
Official administration												
foresters (F)	C	C	C	K	K	K	—	K	K	*		
city officials (C)	C	—	—	K	K	K	C	K	P	C	*	
state government (G)	C	C	C	K	K	K	—	K	K	C	C	*

a. P, Predation; C, cooperation; K, competition; and C/K, threshold effect.

Finally, villagers have always refused to accept the 60-year-old denial of their property entitlements to ancestral forestland, and have turned it into alien wealth worthy of overpredation.

The problem concerns the move away from one attraction domain into another. The dynamics of the systems involved can be analyzed in terms of performance function. For instance, the income of jobless woodcutters from the city increases with wood cut and sold, whereas, for that same reason, the performance of foresters and reward in their work decreases. A performance function aims at persistence. In terms of regenerative capacity, it can be defined for the forest as a whole, which decreases, for instance, with total net biomass reduction or, depending on its socioeconomic function, with total net reduction of wood biomass.

Given that, at present, all systems interact in such a way as to increase predative deforestation globally, what is necessary to change the structure of their interrelationships ? If increased resource inflow from outside (*eg*, subsidized energy) is unavailable, the solution lies in changing the rules governing resource flows, access, and circulation, and in using the third-party resource. This may be achieved by favoring — despite unchanged individual purposes — substitution of income sources, activities, or even goals, so that strategies may change. The reformulated problem is one of restructuring system interactions and resource flows through a change in oikos.

Relevance to Solving the Deforestation Problem

The theoretical framework, as will be demonstrated, provides a generic model of local problems for local solutions. Although the global dynamics can be fairly complex and sensitive to many specific parameters, such as the fraction of wood cut by different social groups, and although solutions preserving forest persistence have not yet been simulated, the elements of a solution can be outlined.

The major concern is to link all purposes of the interacting system : city demand for cooking heat, state worries about preservation of the wood resource, village requirements for food and income, wooddealers' needs to generate income from their trucks, *etc.*

On the demand side, given that all imported energy is too costly, the state could provide family households with subsidies covering all or part of the cost of the improved woodstove. Jobless woodcutters from the city could be employed to handcraft the improved firewood stoves — manufacturing costs would be reduced and the woodcutters would receive a substitute income. Hardwood pounding sticks used for dehulling in the villages could be replaced by sticks crafted in the village from material found in urban areas. The city could provide villagers with this type of resource at a low price and without tax. Access to water for irrigated agricultural activities in the dry season (*eg*, market-gardening) or improvement of inefficient activities such as hog production (nonmuslims form the majority) would generate more income than that possible from woodcutting. In combination, these measures would account for the disturbances stimulated by the use of improved stoves, which, although it saves wood, could run counter to various interests.

Concerning village entitlements to ancestral forest property rights, political oikos is such that the state rules that forests are a public good. Yet, as we have seen, the problem lies with perception of the forest as alien wealth. This points to a solution : encouraging the villagers to think of the forest as their own capital resource to be exploited to ensure sustainability. Analysis of inner village social dynamics has shown that a necessary precondition for such a solution is that benefits extracted from the forest must be allocated to the village as an organized institution, and not to village individuals. As improved management of the resource would be profitable, villagers would benefit from the technical advice of foresters and other extension workers. The relationship between these groups would be changed from one of competition to one of cooperation, and, with proper forest management (with wood outflow equal to the increased total wood growth), forest persistence would be achieved. Sustainable management ensures system persistence.

Conclusion

Application of the theoretical framework to the deforestation case allowed us to move from a situation where formulating the problem was part of the problem to one where it is part of the solution. The old question concerned resource flows, mainly wood : how can 'we' (scientists and politicians) stop and reverse the physical deforestation process ? The new question adds oikos to resource flows : what new rules are needed to ensure that the workings of society reverse the deforestation process ? This is recognition that deforestation is a social and economic problem, without reducing it to economics or sociology : as a complex ecosystem, the forest's own purpose, persistence, is also taken into account.

The nature of the solutions differ correspondingly. Solutions of the first kind were in terms of fixed limits to entitlements, of proposed tax or subsidy levels, or of new technologies. Solutions of the second kind are in terms of common rules governing entitlements, of processes to generate resource substitutes, or of new opportunity-oriented learning processes. The new approach includes the problem solving person or institution in the oikos, whereas the old one did not. This allows the problem itself to evolve over time.

The theoretical framework proposed therefore appears to bring new insight to tackling complex dynamic problems of the type Checkland (1986) called 'soft systems problems'. These he defined as systems without given goals or ends, as is the case with engineering systems — goals or ends are part of the problem. We hope that our approach will allow some progress towards hard thinking of soft systems problems, such as ecospheric – economic issues. It should help link environmental economics and economic ecology. To be defined in ecospheric – economic interactions, the persistence criterion does not need, for instance, a 'currency' — what are implicitly 'exchanged' are increased chances of persistence in an uncertain future.

References

Apedaile LP. 1991. Dynamical systems and limit cycles for modelling sustainable agriculture and cooperation. Staff Paper 91-02. 12 pp.

Apedaile LP, Freedman HI, Schilizzi S, Solomonovich M. 1994. Equilibrium conditions for the transfer of wealth between agriculture and industry. Staff Paper. Edmonton, Alberta, Canada : Department of Rural Economy, University of Alberta. 29 pp.

Apedaile LP, Schilizzi S, Freedman HI. 1993. Predation and oikos in agricultural restructuring. Paper presented at the 8th World Congress of Rural Sociology, 12 –14 August 1993, Pennsylvania State University. 29 pp.

Azhar RA. 1993. Commons, regulation and rent-seeking behavior : the dilemma of Pakistan's guzara forests. Economic Development and Cultural Change 42 (1) :43 –65.

Checkland P. 1981, 1986. Systems thinking and systems practice. New York, USA : Wiley. 327 pp.

Freedman HI. 1987. Deterministic mathematical models in population ecology. Edmonton, Alberta, Canada : HIFR Consulting Ltd. 254 pp.

Freedman HI, Moson P. 1990. Persistence definitions and their connections. Proceedings of the American Mathematical Society 109 :1025 –33.

Hirschleifer J. 1978. Competition, cooperation and conflict in economics and biology. American Economic Review 68 (2) :238 –43.

Lorenz HW. 1989. Nonlinear dynamical economics and chaotic motion. Berlin, Germany : Springer-Verlag. 248 pp.

Porter ME, Ahearn MC. 1993. The competitive advantage of nations. NY Free Press. Toronto, Canada : Collier MacMillan. 855 pp.

Schilizzi et al. 1992. Performances des systèmes de production villageois et pressions sur le forêt classée de Dindéresso, Burkina Faso. ICRA Working Paper 24. 113 pp.

Stephens DW, Krebs JR. 1986. Foraging theory. Princeton : Princeton University Press. 247 pp.

Quel système de référence pour la prise en compte de la rationalité de l'agriculteur : du système de production agricole au système d'activité

Paul Jean-Luc[1] ; Bory Antoine[1] ; Bellande Alex[2] ; Garganta Ellane[3] ; Fabri Antoine[3]

[1] Université des Antilles et de la Guyane, campus de Fouillole, 97159 Pointe-à-Pitre cedex, France
[2] Faculté d'agriculture et de médecine vétérinaire, Université d'Etat de Haïti
[3] Association Areca

Résumé

Le système de production agricole est considéré classiquement comme le domaine de cohérence de la rationalité de l'agriculteur. Cette assimilation se révèle inopérante dans la plupart des types d'exploitation agricole familiale de la zone Caraïbe-Amérique tropicale. Le domaine de cohérence des prises de décisions y recouvre une aire plus large et renvoie à d'autres espaces physiques et sociaux. Le travail agricole n'y est qu'une des formes de valorisation du facteur travail pour lesquelles la famille opte à partir d'une palette d'activités possibles. Cela implique que la cohérence des stratégies, même si l'on se limite au système de production agricole, ne doit pas être cherchée seulement au sein de l'exploitation mais dans une sphère incluant les divers lieux de réalisation de cette palette d'activités.

Mots clés

Système de production, système d'activité, pluriactivité, Caraïbe, rationalité de l'agriculteur.

Abstract

Understanding decision making by farmers : from farming systems to activity systems.

A farming system is conventionally perceived as the socioeconomic unit within which farmers' decision making should be understood. However, this approach cannot be applied to the Caribbean family farm household. An analysis of the rationale behind decision making at farming system level requires a widening of this approach to cover all activities carried out by the family. This paper considers the methodological implications of the wider approach and proposes the new concept of an activity system.

Quel domaine de cohérence pour appréhender la rationalité des prises de décisions de l'agriculteur

Au cœur du développement de l'approche systémique des phénomènes agricoles se trouve le postulat de rationalité de l'agriculteur. On considère habituellement que cette rationalité se manifeste par la cohérence de l'ensemble des prises de décisions de l'agriculteur, qui aboutit à la mise en place d'un système de production spécifique. Ce dernier est issu de la confrontation des objectifs de la famille d'une part, et de l'appareil de production dont elle dispose d'autre part, étant donné la perception qu'a l'agriculteur de l'environnement socioéconomique et du milieu physique au sein desquels il est plongé. Comme l'exprime la figure 1, le système de production apparaît ainsi comme étant le domaine de cohérence de la rationalité de l'agriculteur. Des contradictions peuvent se faire jour entre les possibilités de mise en place d'un système de production et les objectifs de la famille. Pour leur résolution, l'agriculteur peut avoir recours à d'autres espaces socioéconomiques. Mais ces recours res-

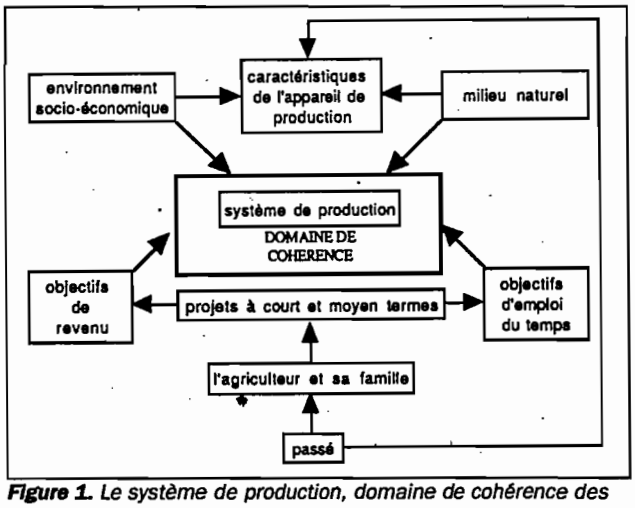


Figure 1. *Le système de production, domaine de cohérence des prises de décisions de l'agriculteur (d'après Capillon et Sebillotte, 1982).*

tent *in fine* très secondaires et le système de production demeure l'outil privilégié de la réalisation des objectifs familiaux.

Il est clair que l'assimilation système de production - domaine de cohérence des prises de décisions renvoie à la situation particulière, fréquente en Europe et en Amérique du Nord, d'un agriculteur monoactif se trouvant à la tête de ce qu'il est convenu d'appeler une exploitation agricole. Le concept de système de production agricole s'applique alors à l'échelle de l'exploitation.

Confronté à des situations plus complexes, notamment dans les pays du tiers-monde, ce concept ainsi considéré a vu s'éroder sa valeur heuristique. Ainsi, dès 1978, Gastellu soulignait les "... simplifications abusives auxquelles prêtait la notion d'exploitation agricole" (Gastellu, 1978), questionnant implicitement et de manière anticipée l'utilisation qu'on allait faire du concept de système de production agricole en Afrique occidentale. Plus récemment, Milleville remarquait : "Dans bien des cas, les systèmes de production agricole ne constituent que des composantes de stratégies paysannes ou rurales élargies, qui débordent non seulement de l'activité agricole mais également de la sphère locale." (Milleville, 1989). Même en Europe occidentale, là où elle semblait devoir s'imposer avec le plus de pertinence, l'assimilation système de production - domaine de cohérence est désormais remise en question par les évolutions du monde agricole, qui poussent la famille, pilote du système de production, "... à devenir une unité active plurisectorielle dont la logique et le fonctionnement ne peuvent pas être perçus par la seule économie agricole" (Brun, 1989 ; Corsi, 1993).

Pour comprendre le fonctionnement des systèmes de production agricole de la zone Caraïbe-Amérique tropicale sur laquelle il travaille et agir sur lui, notre groupe de recherche a rapidement dû, lui aussi, se questionner sur les limites du domaine de cohérence en question. Il a fallu reconnaître que, bien que nous privilégiions l'activité agricole comme niveau d'intervention, les situations auxquelles nous étions confrontés nous obligeaient à un élargissement du domaine de cohérence. Ici, il s'agit donc de reconnaître que les stratégies familiales, outre qu'elles dépassent la simple activité agricole, ne se comprennent qu'à la lumière de stratégies plus larges. En effet, il nous est rapidement apparu que les logiques qui animent les systèmes de production agricole de notre zone ne peuvent s'appréhender sans référence à un métasystème qui les englobe à côté des autres activités productives de l'exploitant et de sa famille. Ce métasystème, que nous nommons système d'activité, constitue le véritable domaine de cohérence des pratiques et des choix de l'agriculteur, y compris pour ceux qui se traduisent par la mise en place du système de production constaté. Cependant, contrairement aux situations évoquées plus haut, son existence ne renvoie pas à des stratégies de contournement d'une crise qui se mondialise. C'est une caractéristique originelle des paysanneries de ces régions.

Ces considérations sont essentielles. L'objectif principal du groupe de recherche est d'élaborer une théorie capable de rendre compte du fonctionnement global constaté des systèmes de production agricole régionaux et d'anticiper leur comportement dans un environnement changeant, afin de disposer d'un outil d'aide à la décision en matière de développement agricole et économique. Or, les politiques de développement agricole jusqu'ici appliquées dans la région s'ancrent dans une conception d'un système de production agricole cohérent en soi. Elles préconisent des mesures encourageant l'émergence d'une entreprise agricole familiale monoactive, professionnelle, conformément au modèle occidental classique, ignorant ainsi la réalité des systèmes d'activité existants. Les échecs répétés de ces politiques s'enracinent notamment dans cette ignorance d'un des aspects fondamentaux des réalités agraires locales.

Systèmes d'activité et systèmes de production agricole dans la Caraïbe

Des agriculteurs systématiquement pluriactifs

La pluriactivité des chefs d'exploitation est sans doute le critère le plus pratique pour mettre en évidence l'existence et le poids relatif des systèmes d'activité à partir des statistiques, là où elles existent. Ce critère présente cependant d'importantes limites, sur lesquelles nous reviendrons. En attendant, soulignons que, d'un simple point de vue quantitatif, la pluriactivité est une donnée incontournable de l'agriculture régionale. En Guyane française, selon le recensement général agricole de 1990, seuls 6,7 % des chefs d'exploitation travaillent à temps complet sur leur exploitation et plus des deux tiers y travaillent moins de la moitié du temps (ministère de l'Agriculture et de la Forêt, 1990 a). En Martinique, seuls 18 % des chefs d'exploitation sont à temps complet et 57 % d'entre eux travaillent moins d'un mi-temps sur leur exploitation (ministère de l'Agriculture et de la Forêt, 1990 b). En Guadeloupe, la tendance semble moins marquée : 31 % des chefs d'exploitation déclarent travailler à temps complet (INSEE, 1991). Mais quand on sait que les agriculteurs installés par le programme de réforme foncière (plus de 5 % des chefs d'exploitation du département) sont dans l'obligation statutaire d'être monoactifs, on comprend qu'il faut sensiblement minorer ce chiffre. Dans les autres pays de la région, l'absence de données statistiques ne permet pas de chiffrer l'importance de la pluriactivité au niveau national. Cependant, de nombreuses études conduites sur de petites zones agricoles confirment que la pluriactivité est une constante structurelle et que le système de production agricole n'est le reflet que d'une parmi une palette d'activités entreprises par la famille (De Guiran et Smolikowski, 1988 ; Castellanet *et al.*, 1989).

Il faut préciser que pluriactivité du chef d'exploitation et système d'activité ne sont pas deux catégories qui se recouvrent exactement. Tout d'abord, le concept de système d'activité s'appliquant au niveau de la famille, la pluriactivité qui importe est la pluriactivité familiale et non celle du seul chef d'exploitation. Ensuite, pour qu'il y ait système d'activité, il faut que des relations fonctionnelles unissent les différentes activités : il ne peut pas s'agir d'une simple juxtaposition. En d'autres termes, il faut se poser la question suivante : est-il raisonnable de considérer que le fonctionnement du système de production, et notamment l'allocation des ressources familiales à l'activité agricole (travail, capital financier et capital technique, foncier), peut se comprendre sans référence aux autres activités ?

Les quelques exemples suivants illustrent le constat général des importantes interrelations entre les activités familiales, qui rendent périlleuse l'interprétation du fonctionnement du système de production agricole isolé.

De la pluriactivité au système d'activité

Les travaux de notre groupe de recherche montrent que, dans les Petites Antilles, il arrive fréquemment qu'un membre de la famille possède une qualification professionnelle particulière (maçon, pêcheur, charpentier, etc.). Cette qualification peut présenter plusieurs avantages comparatifs par rapport à l'activité agricole au sein de l'exploitation : rémunération horaire plus élevée, possibilité de concentrer le travail et d'obtenir ainsi rapidement un revenu global important (contrairement aux activités agricoles, qui imposent toujours un délai), etc. On observe cependant que le détenteur d'une telle qualification continuera à travailler sur l'exploitation et, de ce fait, ne la mettra en valeur que d'une manière apparemment aléatoire. Ainsi, une partie de la main-d'œuvre familiale est fréquemment détournée de l'activité sur l'exploitation par la soudaine décision de valoriser telle qualification professionnelle. Et ce détournement se fait le plus souvent au détriment du bon fonctionnement du système de production agricole : telle culture déjà mise en place et avancée dans son cycle, par exemple, sera négligée voire abandonnée. Observé à la simple échelle du système de culture ou du système de production agricole, ce comportement semblera économiquement irrationnel puisqu'il se soldera par la perte sèche des investissements en travail et en capital réalisés sur la culture concernée. On conclura que, pour le moins, l'agriculteur aurait tout simplement pu se dispenser de tels investissements. Cependant, dans notre zone d'étude et pour des raisons historiques (Bory et Paul, 1991), deux caractéristiques vont venir éclairer ce comportement :

- d'une part, le hiatus entre les objectifs socioéconomiques de la famille et les potentialités de valorisation du travail familial au travers du système de production agricole, qui pousse la famille à valoriser sa force de travail en dehors de l'exploitation agricole ;
- d'autre part, la nature du marché du travail, qui rend imprévisible, aléatoire, l'ouverture d'opportunités de valorisation de la plupart des qualifications professionnelles en question.

Cette situation interdit à la famille toute planification : elle est obligée de prendre le risque de mettre en place une culture tout en sachant qu'il se peut qu'elle ne la conduise pas à son terme. C'est ainsi que la seule observation du système de production agricole a conduit de nombreux observateurs à conclure au comportement irrationnel et imprévisible de l'agriculteur antillais alors que la reconnaissance d'un domaine de cohérence plus large éluciderait la logique de ses prises de décisions.

Le système d'activité élaboré par les familles agricoles caraïbes inclut souvent la migration saisonnière d'une partie de la force de travail familiale. Une étude conduite sur la section rurale de Morne-à-Brûler en Haïti (Dathis, 1985) montre par exemple les étroites corrélations qui existent entre la structure de l'exploitation, sa situation dans le zonage agroécologique, les systèmes de culture développés et le type de migration saisonnière pratiquée (distance, durée, statut familial du migrant). Les influences sont évidemment à double sens : si les caractéristiques de la famille et de l'exploitation déterminent en partie le type de migration pour lequel on opte, ce dernier définit en retour un cadre de contraintes qui modèle le système de production agricole. C'est ainsi que des exploitations caractérisées par un ratio "nombre d'actifs par unité de surface" élevé mettent en place des systèmes de culture extensifs en travail, à base de manioc, là où la logique interne du système de production agricole aurait imposé des cultures intensives. C'est qu'une partie importante de leur main-d'œuvre émigre annuellement pour une longue période (huit à neuf mois) en République dominicaine, où elle espère une meilleure valorisation de sa force de travail. De même, les auteurs remarquent que les migrations saisonnières déstabilisent les associations traditionnelles qui organisent les échanges mutuels de travail entre exploitations. Soulignons que les phénomènes migratoires sont très importants dans toute la Caraïbe. En plus des migrations saisonnières vers la République dominicaine, les États-Unis et le Canada pour les travaux agricoles exigeants en travail, la dissémination des communautés antillaises à l'intérieur de la région et au-delà facilite énormément la mobilité des individus.

On pourrait ainsi multiplier les exemples qui montrent que le moteur de la rationalité de l'agriculteur et de sa famille n'est pas la mise en place d'un système de production, mais bien celle d'un système d'activité satisfaisant leurs objectifs socioéconomiques. En d'autres termes, l'agriculteur et sa famille disposent d'une quantité donnée de facteurs de production, dont le travail familial est l'élément central. Ils vont les mobiliser afin d'atteindre des objectifs de consommation, de capitalisation, de transformation de l'appareil de production, objectifs eux-mêmes surdéterminés par la situation socioéconomique englobante. Que cette mobilisation résulte en la seule mise en place d'un système de production agricole correspond à une situation historique particulière, qui a pu éclipser d'autres situations non moins fréquentes. Or, le travail au sein de l'exploitation agricole n'étant qu'une des formes de valorisation du travail familial pour lesquelles la famille opte à partir d'une palette d'activités pratiquées, et cela pour diverses raisons (Projet Agro, 1993), l'intervention raisonnée au niveau du système de production ne peut s'envisager qu'en appréhendant sa place au sein du système d'activité. Il est donc nécessaire de se doter de méthodologies capables de rendre compte du fonctionnement global des systèmes d'activité rencontrés, tout en évitant de stériliser la démarche par un sempiternel élargissement de notre cadre de réflexion.

La formalisation du concept de système d'activité : construire un paradigme

La prise en compte du système d'activité n'est pas une préoccupation nouvelle. Il y a déjà quelque soixante-dix ans, Chayanov (1990) élaborait une théorie de l'organisation de l'économie paysanne et proposait un plan organisationnel de l'exploitation paysanne, qui non seulement anticipait déjà les grands traits du concept de système de production, mais incluait également, à l'origine, la question des activités

extérieures. On peut décrire ainsi ce plan organisationnel (voir la figure 2) :

- la famille se caractérise par le nombre de consommateurs qu'elle regroupe et par la quantité de travail qu'elle peut fournir ;
- le nombre de consommateurs, dans les conditions socioéconomiques locales, détermine le niveau de revenu que la famille se fixe comme objectif. Il s'agit de satisfaire les besoins de la famille ;
- le travail familial va être utilisé pour atteindre cet objectif. On peut le répartir en trois catégories : les activités au sein de l'exploitation agricole ; les activités extérieures ; le temps chômé. Les places relatives des différentes catégories vont dépendre du revenu global qu'on désire atteindre, des niveaux relatifs de rémunération du travail entre les activités au sein de l'exploitation et les activités extérieures, de la saisonnalité du travail agricole et des limites à l'activité agricole qu'imposent les niveaux des facteurs de production autres que le travail ;
- ainsi vont être déterminées la surface totale et les surfaces des différentes cultures, étant donné le niveau technique, les conditions naturelles et la conjoncture du marché.

Tout en s'inspirant de cette approche et des approches classiques du système de production agricole, la notion de système d'activité doit nous permettre de situer précisément le cadre dans lequel doivent être raisonnées les interventions sur des types de système de production agricole particuliers. Il s'agit donc de construire un modèle suffisamment global pour rendre compte de la diversité des situations rencontrées dans notre zone, mais aussi opérationnel, c'est-à-dire à partir duquel on puisse faire dériver des modèles particuliers adaptés à ces situations respectives.

Le système d'activité est par définition d'un niveau de complexité supérieur au système de production agricole. Quand on connaît les difficultés auxquelles on se heurte dans l'étude de nombreux systèmes de production agricole du tiers-monde, on pressent l'impasse dans laquelle l'étude

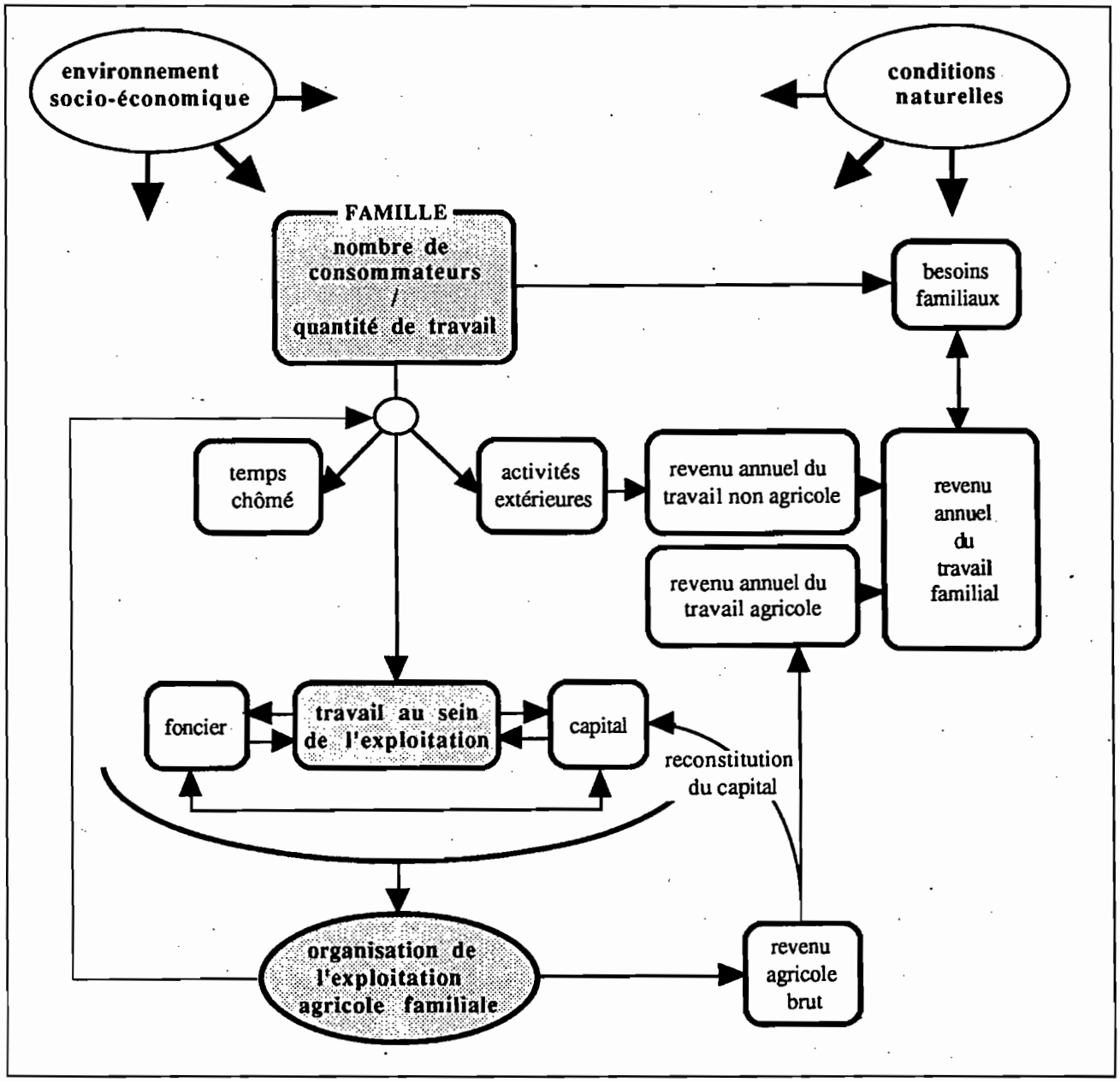


Figure 2. L'organisation de l'exploitation agricole familiale (d'après Chayanov, 1990).

détaillée de la plupart des systèmes d'activité risque de nous conduire. Mais, à partir du moment où l'on se fixe comme champ d'intervention l'activité agricole, cette connaissance détaillée n'est plus nécessaire. Ce qu'il s'agit de dégager, ce sont les objectifs stratégiques généraux qui conduisent à la mise en place du système d'activité et les sous-objectifs associés à chacune des activités qu'il englobe, afin de comprendre comment l'agriculteur et sa famille vont raisonner, hiérarchiser l'allocation des ressources dont ils disposent, et singulièrement celle du travail familial. Ainsi, en Guyane, on a pu identifier des systèmes d'activité mis en place par des populations d'origine étrangère, où l'activité agricole n'est qu'une étape obligée dans un processus d'intégration à la société guyanaise (Garganta, 1989). Dans ce cas précis, l'agriculteur organise son système de production en fonction d'objectifs tels qu'accumulation, obtention d'un statut, etc. L'exploitation agricole, que le développeur chercherait naturellement à pérenniser, l'agriculteur la considère comme le support d'une activité de passage à côté d'autres activités qu'il entend pérenniser. Dans ce cas précis, une connaissance superficielle du système d'activité sera suffisante, mais néanmoins nécessaire, pour raisonner l'intervention (ou l'absence d'intervention) au niveau du système de production agricole.

Ainsi, tout comme pour le système de production agricole, le modèle proposé du système d'activité (voir figure 3) naît de la confrontation du projet global de l'agriculteur, de sa famille et de l'appareil de production dont il dispose au cadre que lui fixent l'environnement socioéconomique et le milieu naturel. Ceux-ci sont à la fois considérés comme des métasystèmes du système d'activité avec lesquels il échange des flux (achat et vente de force de travail par exemple) et comme des champs dont la nature va influencer son fonctionnement (état du marché du travail par exemple). Notre champ de compétence nous amène à distinguer les objectifs propres au système de production agricole des objectifs organisant les autres activités. Suivant les situations, il pourra être, ou non, nécessaire de pousser plus loin la connaissance du fonctionnement des autres activités.

Le fonctionnement du système d'activité mobilise l'appareil de production dont dispose la famille. Il est nécessaire de caractériser le "sous-appareil de production" spécifique au système de production agricole. Cependant, des éléments de celui-ci peuvent très bien être partagés avec une autre activité. Ainsi, la surmécanisation qu'on observe sur certaines exploitations en Guadeloupe s'explique par les activités de prestataire de service d'un des membres de l'exploitation familiale (labour à façon, transport, etc.). Or, on observe parallèlement, sur ces exploitations pourtant surmécanisées, la réalisation tardive et dans de mauvaises conditions climatiques de certains labours. Ici, une compréhension plus fine des modalités selon lesquelles l'allocation du matériel va être réfléchie entre l'exploitation et la prestation de service à l'extérieur s'impose. Inversement, les autres activités peuvent mobiliser des "sous-appareils de production" qui leur sont propres. C'est le cas de la pêche par exemple. A nouveau, c'est dans le but de mieux asseoir le diagnostic sur le système de production agricole que l'on pourra décider de considérer avec plus ou moins de finesse les sous-appareils de production relatifs aux différentes activités.

Enfin, le système d'activité est le résultat d'une histoire qu'il faut également caractériser. C'est ce que veut signifier l'ombre portée en arrière-plan.

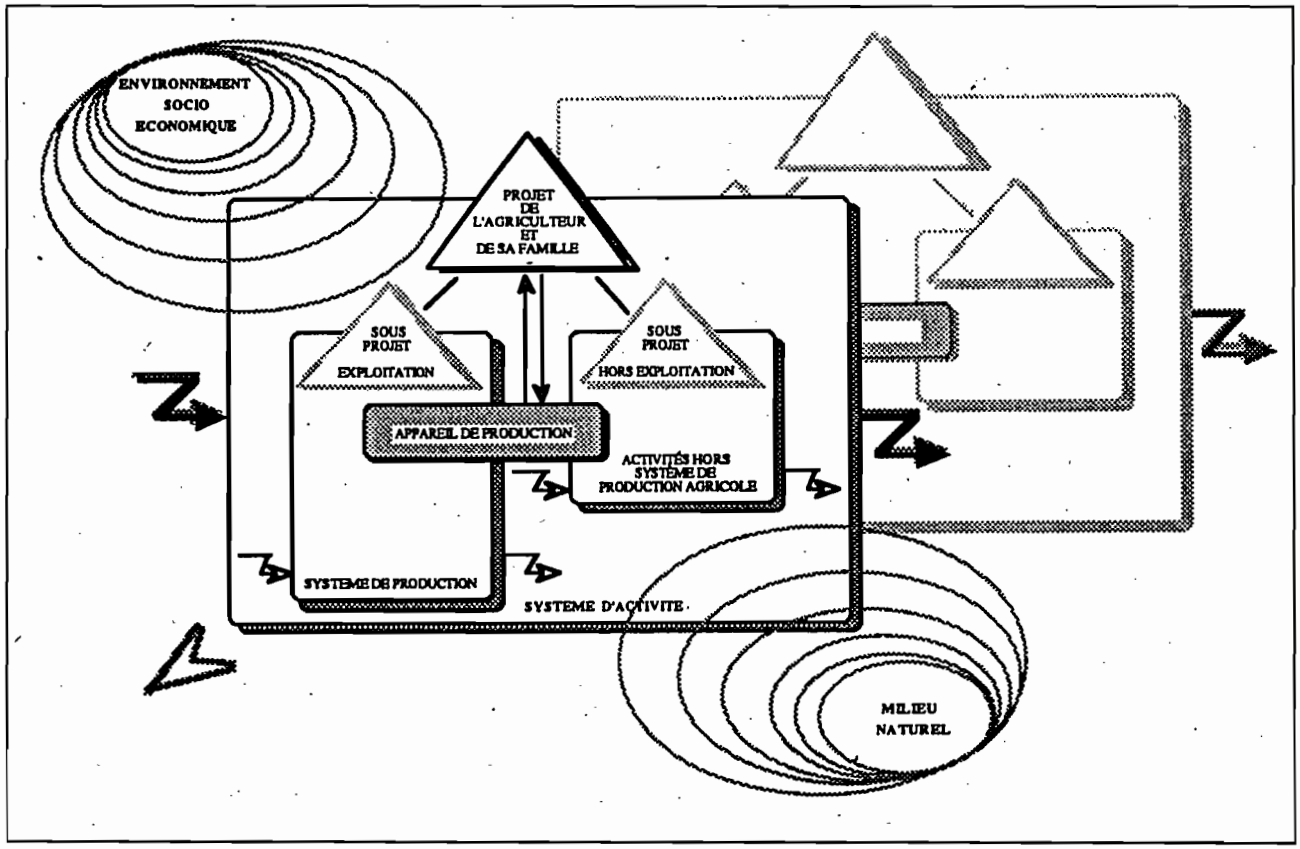


Figure 3. Schéma de fonctionnement simplifié du système d'activité de l'exploitation familiale caraïbe (Bory et Paul, 1991).

Bien entendu, ce modèle reste par trop général pour interpréter tel ou tel système d'activité particulier. Cependant, on peut facilement en faire dériver des modèles plus opérationnels, comme l'illustre la figure 4. Le modèle présenté permet d'interpréter le fonctionnement des systèmes d'activité rencontrés dans l'ouest guyanais (Garganta, 1989 ; Projet Agro, 1993). Les principaux niveaux déterminants de la mise en place des système d'activité y sont :

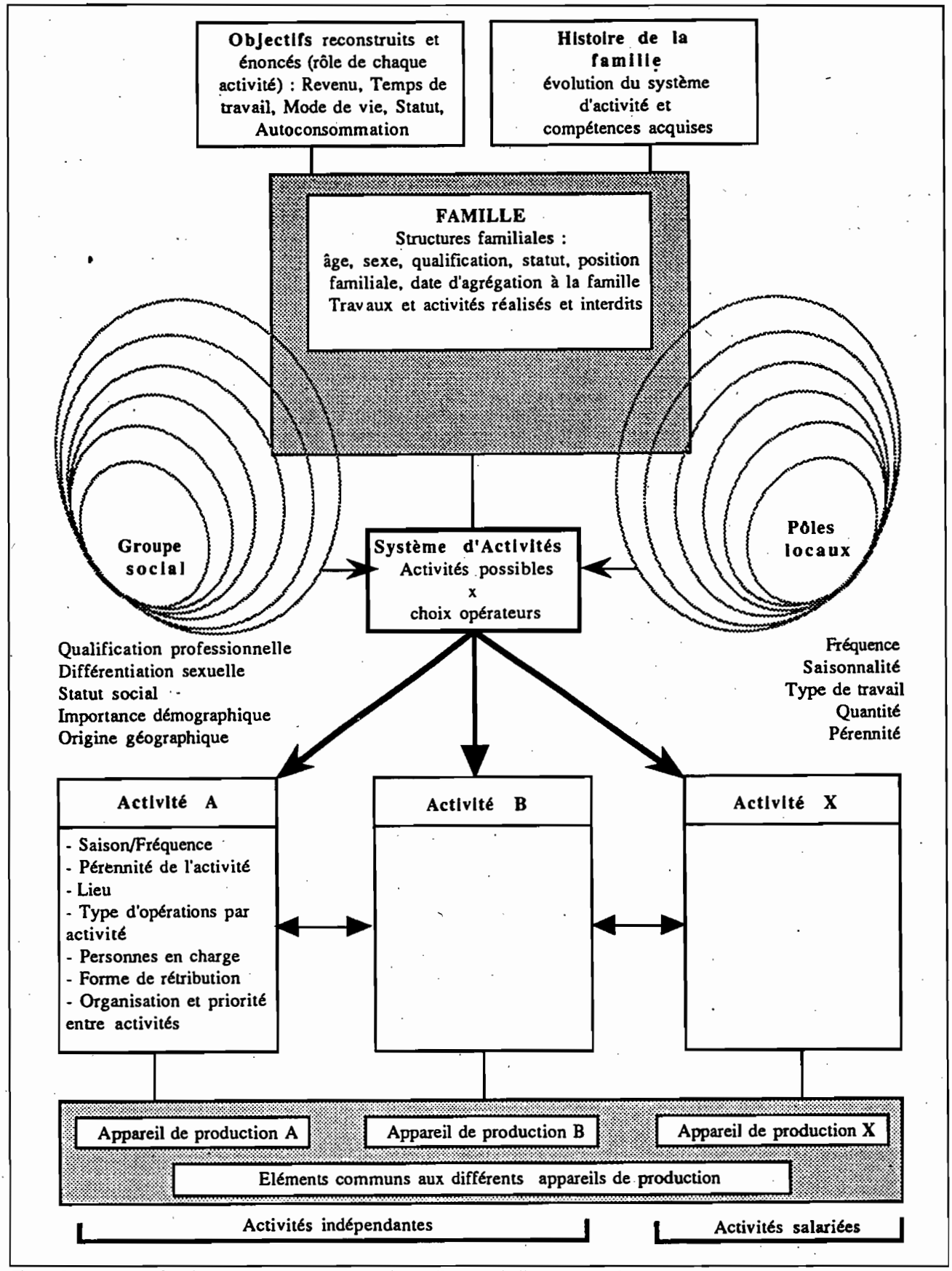


Figure 4. Schéma de fonctionnement simplifié des systèmes d'activité de l'ouest guyanais.

– le groupe social d'appartenance. De nombreux groupes se côtoient (amérindiens, créoles, "noirs marrons[1]" du fleuve, haïtiens, hmongs, etc.) et se caractérisent par des savoir-faire particuliers et des statuts dont la nature conditionne l'accès à certaines activités. La pluriactivité peut y être "culturelle", c'est-à-dire inhérente à l'organisation sociale et économique de certains de ces groupes ;
– les pôles économiques locaux, espaces où se définissent notamment les opportunités d'emploi (proximité du fleuve ou d'une agglomération, présence d'une scierie, etc.) ;
– la cellule familiale, centre de décision du système d'activité.

Nous ne pouvons malheureusement pas développer ici les usages de ce schéma.

Conclusion

La prise en compte de ce niveau supérieur d'organisation de l'activité familiale qu'est le système d'activité nous est imposée par les réalités auxquelles nous sommes confrontés. Elle ne doit cependant pas nous conduire à une fuite en avant, mais être un outil pour une efficacité accrue de nos interventions dans le domaine du développement agricole. Pour ce faire, la connaissance des systèmes d'activité doit être un élément des premières phases du diagnostic de la situation sur laquelle on désire agir. Elle doit permettre de préciser encore le cadre dans lequel les actions de développement devront s'inscrire, qu'elles s'appliquent aux systèmes de culture, aux systèmes d'élevage, aux systèmes de production ou encore aux systèmes agraires. La diversité des situations rencontrées dans notre zone nous a conduits à développer un modèle général du système d'activité, mais c'est en fonction de la situation particulière à laquelle on s'attache qu'il faut faire dériver de ce modèle général un modèle plus opérationnel, permettant une interprétation efficace des réalités agraires locales.

Références bibliographiques

Bory A. et Paul J-L., 1991. Approche systémique et fonctionnement de l'exploitation agricole : questions théoriques et méthodologiques pour une mise en œuvre dans la zone caraïbe. *In : Actes du colloque "approches systèmique du milieu rural".* Mexico, Mexique, ORSTOM, à paraître.

Brun A., 1989. La famille comme unité d'analyse du secteur agricole. Economie rurale, 194 : 3-8.

Capillon A., Sebillotte M., 1982. Etude des systèmes de production des exploitations agricoles, une typologie. *In : Caribbean seminar on farming systems research methodology,* J. Servant et A. Pinchinat éd., San José, Costa-Rica, IICA-INRA, p.85-111.

Castellanet C., Genthon M., Roucou J., 1989. L'agriculture paysanne dans le sud-est de la Dominique. Agricultures caribéennes et développement, 2, 1989 : 97-150.

Chayanov A., 1990 (rééd.). *L'organisation de l'économie paysanne,* Alençon, France, Librairie du regard, 344 p.

Corsi A., 1993. Pluriactivité : les critères de choix des ménages agricoles. Cahiers d'économie et de sociologie rurales, 26, 1993 ; 5-28.

Dathis N., 1985. *La migration paysanne à Morne-à-Brûler.* Haïti, GRD-unité de recherche Morne-à-Brûler, 36 p.

De Guiran et Smolikowski, 1988. L'agriculture paysanne dans le sud-ouest de Sainte-Lucie. Agricultures caribéennes et développement, 1, 1988 : 53-145.

Garganta E., 1989. *Système agraire et dynamique agricole à Mana (Guyane).* Pointe-à-Pitre, Guadeloupe, Magistère Développement Agricole Caraïbe, Département d'Agronomie Tropicale-Université des Antilles et de la Guyane, 160 p.

Gastellu J-M., 1980. Mais où sont donc ces unités économiques que nos amis cherchent tant en Afrique. Cahiers. ORSTOM, série. Sciences. Humaines., vol. XXII, 1-2, 1980 : 3-11.

INSEE, 1991. Tableaux économiques régionaux 1991. Basse-Terre, Guadeloupe, INSEE, 120 p.

Milleville P., 1989. Risque et pratiques paysannes : diversité des réponses, disparité des effets. *In : Le risque en agriculture,* P. Milleville et M. Eldin éd., Paris, France, ORSTOM, p. 179-186.

Ministère de l'Agriculture et de la Forêt, 1990 b. Recensement agricole 1988-1989. Cayenne, Guyane, ministère de l'Agriculture et de la Forêt, 41 p.

Ministère de l'Agriculture et de la Forêt, 1990 b. Recensement agricole 1988-1989. Fort de France, Martinique, ministère de l'Agriculture et de la Forêt, 44 p.

Projet Agro, 1993. *Place et fonction de l'agriculture dans les systèmes d'activités du nord-ouest de la Guyane.* Saint-Laurent, Guyane, Groupe de recherche SACAD - Association Areca, 14 p.

1 Population issue d'esclaves ayant fui les plantations sucrières et ayant rebâti une société de type lignager dans le bassin du fleuve Maroni (Guyane et Surinam).

La modélisation des conditions d'intervention au champ en grande culture

Cerf Marianne[1] ; Mousset Jérome[2] ; Angevin Frédérique[3] ; Bolzard Hubert[4] ; Papy François[5]

[1]INRA, Unité SAD-PG, 16, rue Claude-Bernard, 75231 Paris Cedex 05, France
[2]Agrotransfert, Domaine de Brunehaut, 80200 Estrées-Mons, France
[3]Agrotransfert, Domaine de Brunehaut, 80200 Estrées-Mons, France
[4]INRA, Station agronomique de Laon-Péronne, Domaine de Brunehaut, 80200, Estrées-Mons, France
[5]INRA, Unité SAD-PG, 16, rue Claude-Bernard, 75231 Paris Cedex 05, France

Résumé

En système de grande culture, les charges de mécanisation constituent aujourd'hui le poste sur lequel les agriculteurs peuvent faire des économies pour s'adapter à la nouvelle Politique agricole commune. Des démarches d'aide à la réduction des charges de mécanisation s'appuient sur la simulation du déroulement du travail sous différents scénarios climatiques afin d'évaluer les risques. On présente la démarche adoptée pour modéliser les décisions d'intervention des agriculteurs et plus particulièrement les conditions dans lesquelles elles interviennent. On montre la nécessité de recueillir les critères de décision des agriculteurs, mais aussi la façon dont il est ensuite possible de les relier à des critères agronomiques permettant de prévoir les conséquences des décisions prises.

Mots clés

Simulation, modélisation, jours disponibles, décision, organisation du travail.

Abstract

Modeling decision making by large-scale farmers

Reduction of mechanization costs is currently a viable savings option for large-scale farmers in France as they adapt to changes in the common agricultural policy. Assistance to farmers for such cost reduction is based on simulations of farm operations under different climatic scenarios to predict risks. The modeling approach to farmers' decision making is described; it includes the conditions in which the decisions are made. Farmers' criteria are significant and should be recorded. Implications of decision making can be predicted by linking these criteria to agronomic criteria.

Introduction

Aujourd'hui, en France, dans les régions de grande culture, les charges de mécanisation représentent en moyenne 25 % des coûts de production. Une enquête réalisée par l'Office de comptabilité et d'économie rurale d'Amiens dans 200 exploitations de la Somme (nord de la France) montre que, dans de tels systèmes, l'amplitude de variation des charges de mécanisation est de 400 $/ha. Les études de cas, réalisées dans le cadre de la section Agrotransfert du Biopôle végétal de Picardie dans diverses exploitations de la région picarde, montrent que les économies possibles sur les charges de mécanisation sont de l'ordre de 100 à 200 $/ha.

Pour aider les agriculteurs à réduire leurs charges de mécanisation, de nouvelles approches du conseil en agroéquipement (Chatelin *et al.*, même ouvrage) sont en cours d'élaboration. Elles s'appuient sur la simulation du déroulement du travail selon différents scénarios climatiques et différentes modalités d'organisation. Il s'agit d'aider les agriculteurs à analyser les risques liés aux aléas climatiques pour une organisation du travail donnée afin de préciser le niveau d'agroéquipement qu'il paraît souhaitable de maintenir.

Nous faisons l'hypothèse qu'on peut effectivement aider les agriculteurs dans la mesure où ils se reconnaissent dans les simulations de leur règles de décision. Il est donc essentiel de pouvoir reproduire les décisions qui portent sur le choix des conditions d'intervention au champ. Cet article fait le point sur nos travaux en la matière.

Renouveler l'approche des jours disponibles

Les limites d'une approche technique de la notion de jours disponibles

L'agriculteur ne fait pas ce qu'il veut quand il veut : du temps qu'il fait dépendent la possibilité d'intervenir et la qualité du résultat. Classiquement, les jours disponibles sont déterminés selon des approches purement techniques, qui relient les conditions d'intervention à des effets sur l'élaboration du rendement et prennent en compte les caractéristiques du sol, du climat et des machines qui interagissent lors de la réalisation d'une opération technique donnée (Gillet,

1992). Cette démarche présente la limite suivante : elle fait l'hypothèse que, en cours de campagne, les agriculteurs n'adaptent pas leurs règles d'intervention à l'estimation qu'ils font de l'évolution de certains risques. Or, les recherches sur les modèles d'action (Sebillotte et Servettaz, 1989 ; Sebillotte et Soler, 1990) montrent que les agriculteurs acceptent de travailler dans des conditions qu'ils jugent eux-mêmes sous-optimales quand le déroulement des travaux leur laisse craindre de ne pouvoir finir à temps les opérations : ils arbitrent entre le risque d'un retard et celui d'un travail dans de mauvaises conditions. Bref, ils internalisent certains risques dans leurs règles (Papy, 1993). Nous avons vérifié, ainsi que l'avait déjà noté Sebillotte (1986), que les approches purement techniques, qui n'intègrent pas de règles d'adaptation aux risques tels qu'ils peuvent être perçus à un moment donné de la campagne, conduisent, certaines années, à ne pas réaliser du tout les opérations souhaitées.

De façon concrète, la disponibilité d'un jour pour intervenir au champ n'est pas donnée a priori : elle est le résultat d'un processus de décision de la part de l'agriculteur, qui « fait » le jour disponible (Papy *et al.*, 1990). Il reste alors à formaliser et simuler les décisions d'intervention des agriculteurs.

Les règles d'intervention

Pour un chantier donné, le choix des dates d'intervention résulte pour l'agriculteur de deux catégories de déterminants : son appréciation des états du milieu et des plantes ainsi que de leur évolution probable ; ses priorités dans l'affectation des moyens et du temps disponibles pour réaliser l'ensemble des travaux de l'exploitation.

Le logiciel OTELO, qui constitue le support informatique dans lequel s'inscrit notre recherche, permet de simuler au jour le jour le déroulement des travaux sous un scénario climatique donné. C'est un générateur de modèles : à partir d'un vocabulaire (liste de mots utilisables) et d'une grammaire (règles de syntaxe), l'utilisateur écrit les règles de l'agriculteur (Attonaty *et al.*, 1991 ; Chatelin *et al.*, même ouvrage). Le logiciel permet de formaliser les règles de priorité entre activités au sein d'une période et de prendre en compte les moments où l'agriculteur adapte ses règles d'intervention face aux conditions climatiques, en fonction de l'avancement des travaux. Mais la formalisation même de ces dernières reste à perfectionner. Notre objectif est de proposer des procédures simples caractérisant, au moyen de données météorologiques faciles à mobiliser, les conditions dans lesquelles les agriculteurs choisissent d'intervenir.

Principes pour caractériser les conditions d'intervention par des données météorologiques

Lorsqu'une opération agricole dépend de la température ou du vent, il est relativement simple de caractériser les conditions d'intervention, puisque ces dernières sont directement liées à des données enregistrées. Il en va autrement lorsqu'elle dépend de l'état physique du sol, particulièrement de son humidité. Dans ce cas, les interactions entre sol (texture et état structural), événements climatiques antérieurs et machines sont telles que la caractérisation des conditions d'intervention par des données météorologiques n'est pas immédiate. Pour aborder cette question, nous avons cherché d'une part à étudier comment les agriculteurs identifiaient et caractérisaient les situations et si, dans une même région, ils avaient une même appréhension des conditions souhaitables d'intervention ; d'autre part à relier les critères de décision des agriculteurs à des critères interprétables par des agronomes, leur permettant d'apprécier l'impact des conditions choisies sur l'état physique du sol et, si possible, la diminution du potentiel de rendement. Pour ce faire, nous avons suivi l'humidité de la couche labourée à l'approche des moments d'intervention jusqu'au jour de la décision et nous l'avons reliée à des références tirées d'un essai de longue durée de la station expérimentale d'Estrées-Mons. Cet essai, qui compare des systèmes de culture différenciés par les conditions d'intervention, permet d'établir une correspondance entre le profil hydrique au moment d'une opération et les conséquences sur l'état structural qui en résulte (Boizard *et al.*, à paraître).

Préalable à la modélisation : enquêtes, suivis agronomiques, expérimentations auprès des agriculteurs, utilisation de références expérimentales

Selon les périodes de l'année, les marges de manœuvre des agriculteurs pour choisir les dates et conditions d'intervention sont plus ou moins grandes. Dans les systèmes de grande culture de la région picarde, c'est en automne que les contraintes liées à l'organisation du travail sont dominantes, ne serait-ce que pour libérer les terres à temps pour semer. Au printemps, en revanche, les agriculteurs disposent d'une plus grande latitude face aux conditions météorologiques. Aussi est-ce la période que nous avons choisie.

Le dispositif d'étude

L'étude a porté sur les conditions de préparation des cultures de betterave *(Beta vulgaris)* et pomme de terre *(Solanum tuberosum)* dans des parcelles déjà labourées en sortie d'hiver. Les sols de limon moyen et argileux, contenant entre 16 et 22 % d'argile, caractéristiques du Santerre et du Vermandois, sont sains, sans nappe perchée, même temporaire. Nous avons conduit de front des enquêtes auprès d'agriculteurs sur leur appréciation des conditions de préparation et d'implantation des deux espèces cultivées et un suivi d'indicateurs agronomiques sur les parcelles concernées. La quantité des observations à faire nous a conduits à ne travailler que chez six agriculteurs, choisis de façon à faire varier la charge en travail au printemps. Au sein de ces exploitations, nous avons retenu les deux sols et observé les reprises de labour sur deux types d'état structural bien distincts : grossiers, en gros blocs et fragmentés, selon que le sol avait été ou non fortement compacté par les travaux de récolte antérieurs au labour.

Mais les résultats des observations d'une année étant contingents, nous avons complété cette première étude par une expérimentation sur les réactions des agriculteurs à des séries de photos, selon une méthodologie mise au point par Cerf (1994). Bien conçue pour tester les objectifs à atteindre ou des adaptations d'opérations techniques à différents états du sol, cette méthode n'est cependant pas assez précise pour établir des règles d'adaptation à différents scénarios climatiques.

Le tableau I résume les méthodes employées.

Tableau I. Méthodes de recueil de données.

Enquêtes agriculteurs	Suivis agronomiques	Expérimentations à partir de supports photographiques
Enquête fonctionnement, exploitation et organisation du travail Carnet d'enregistrement rempli par l'agriculteur (observations faites sur parcelles, chantiers réalisés)	Description de la parcelle : topographie, orientation, texture (hétérogénéité), type de sol, hydromorphie, structure du sol (hétérogénéité)	Détermination du lit de semences recherché par comparaison de dix lits de semence
Entretiens libres lors de tours de plaine ou de réalisation des chantiers	Suivi de l'évolution hydrique : observation du virage couleur, boîtes à humidité	Détermination des modalités de travail du sol pour quatre combinaisons de texture et structure
Entretiens après la réalisation du travail à partir du calendrier de travail et des observations effectuées sur les parcelles	Observation des lits de semence et réalisation des profils culturaux	Simulation de quatre scénarios climatiques sur combinaison de quatre parcelles (deux textures, deux structures)

L'interprétation des données recueillies

L'année 1993 correspond, pour les semis de betterave sucrière, à un scénario climatique qui peut se résumer ainsi :

- faible pluviométrie à partir du 20 février, avec un rythme d'évapotranspiration faible pendant tout le mois de mars (environ 1 mm par jour) sur un sol déjà au-dessous de la capacité au champ fin février ;
- températures moyennes journalières au-dessus de 5 °C dès le début du mois de mars, cette température constituant pour nombre d'agriculteurs un seuil à atteindre pour envisager les semis.

Au début de la période de plantation des pommes de terre, les températures sont restées basses, avec de fréquentes gelées nocturnes et matinales ; elle n'ont remonté durablement que vers la deuxième décade d'avril. Des pluies de faible intensité (maximum 6 mm) ont été enregistrées dans la dernière décade de mars et au début d'avril, mais n'ont pas engendré le retour des sols à la capacité au champ.

Pour les pommes de terre, nous avons pu mettre en évidence des conditions thermiques au moment de l'implantation très spécifiques des différentes destinations (fécule, consommation, fabrication de surgelés, etc.), mais nous ne les développerons pas car elles sont aisées à modéliser. Pour les deux espèces, nous avons relevé des conditions hydriques d'intervention dans deux types de séquence climatique : un épisode long de dessiccation et, à la fin du printemps, une réhumectation temporaire de la surface par de petites pluies. Les agriculteurs distinguent ces deux situations : dans la première, ainsi que l'avaient déjà noté Sebillotte et Servettaz (1989), ils cherchent à repérer le premier jour où ils pourront faire entrer les tracteurs sans risque de compactage important ; dans le second, sachant que l'humectation de surface accroît sensiblement le patinage et interdit une action efficace des outils, ils interrompent plus ou moins les travaux en fonction des quantités de pluies tombées, qu'ils enregistrent souvent à cette période.

Nous n'avons pas disposé, en 1993, de suffisamment de cas d'interruption de la dessiccation du sol par de petites pluies pour traiter ce type de séquence. Ce qui suit porte sur des périodes de dessiccation monotone (Angevin, 1993).

De l'analyse du comportement et des discours des agriculteurs, nous tirons les enseignements suivants :

- les agriculteurs utilisent des indicateurs d'humidité du sol adaptés à la texture : virage de couleur en surface pour les limons moyens ; estimation tactile d'un prélèvement relativement profond (vers 15 cm) pour les limons argileux, dont le virage de couleur est antérieur à celui des premiers et correspond à une humidité jugée trop forte pour intervenir (la pertinence de ces procédures a été discutée par Papy,1984) ;
- pour chacune des deux textures existe une bonne concordance dans l'appréciation que font les six agriculteurs du premier jour possible d'intervention, bien que la date de démarrage des travaux soit parfois différée pour des raisons d'organisation du travail (en 1993, les limons moyens sont jugés favorables cinq jours avant les limons argileux) ;
- au sein de chaque texture, les agriculteurs ne font pas dépendre la première date d'intervention possible du type de labour, grossier ou fragmenté, selon que le sol avait ou non été compacté précédemment ; cependant, les deux agriculteurs qui ont les deux situations commencent par reprendre le labour grossier.

Les suivis hydriques réalisés montrent que le premier jour d'intervention possible est caractérisé par un profil hydrique donné, propre à chaque texture et type de labour ; dans un limon à moins de 20 % d'argile et pour un labour fragmenté, il se caractérise par une humidité pondérale moyenne de 21 % dans l'horizon 5-10 cm.

Ainsi, en identifiant précisément un jour de première intervention possible, les agriculteurs paraissent sensibles à un effet de seuil, pour un sol en voie de dessèchement, dans son comportement au compactage par les machines. Cet effet, démontré expérimentalement au champ (Lorre et Papy, 1991), est expliqué comme résultant de l'apparition d'une couche sèche en surface, qui, en transmettant latéralement les contraintes exercées par les pneus, diminue les pressions sur les horizons sous-jacents, plus humides (Guérif, 1984). Mais cet état hydrique de modification brusque de comportement au compactage, auquel sont sensibles les agriculteurs, dépend du niveau des contraintes appliquées. L'accord entre agriculteurs sur le premier jour d'intervention possible donne à penser que les contraintes exercées par les trains d'outils employés sont similaires. Dans l'essai pris comme référence, l'expert agronome intervient généralement plus tôt que les agriculteurs, mais avec des pneus à plus faible pression de gonflement, ce qui est cohérent.

On sait que, à même date, en régime de dessiccation, un labour grossier est plus difficile à fragmenter qu'un autre qui l'est déjà partiellement. Par ailleurs, on a constaté que les agriculteurs ne distinguent pas la date de première intervention possible selon les labours. On a donc deux éventualités : ou bien ils acceptent, dans le premier cas, un lit de semence plus grossier, ou bien ils adaptent leur reprise à la structure

du labour. Les deux agriculteurs qui, en 1993, avaient les deux situations, ont eu le deuxième comportement. Mais ce n'est pas suffisant pour conclure. L'expérimentation à partir de photos a permis d'établir que les six agriculteurs avaient des objectifs similaires, des lits de semence fins, et que, en présence d'un labour grossier, ils multipliaient les passages ou modifiaient les réglages.

Modélisation des conditions d'intervention

Principes d'une modélisation opératoire

Il est clair que l'état hydrique des couches du sol affectées par les contraintes est une caractéristique pertinente des conditions d'intervention. Il existe des modèles physiques permettant de reproduire l'évolution hydrique de sols sains ou à nappe perchée temporaire. Sont-ils utilisables ici ?

Parce qu'ils dépendent de paramètres difficiles à déterminer de façon suffisamment précise autrement que par calage sur le site même de mesure, ces modèles ne présentent pas le caractère opératoire que nous recherchons ici ; nous visons, en effet, des modèles sans prétention théorique, mais simples, robustes et n'utilisant que des données météorologiques aisées à recueillir.

Nous avons vu que les agriculteurs choisissent les conditions d'intervention au cours d'une séquence climatique qu'ils peuvent suivre et que, selon le type de séquence, les phénomènes mécaniques en jeu dans les façons de travail du sol ne sont pas les mêmes. Cela nous conduit à proposer des modèles propres aux types de séquence : en l'occurrence, séquences de dessiccation monotone à partir de la capacité au champ ; séquences d'interruption par les pluies.

En attendant de disposer de plus de données sur le deuxième cas, à partir des données expérimentales de cette campagne, nous proposons un modèle pour le premier.

Modèle à réservoir pour caractériser les conditions d'intervention en phase de dessiccation monotone

Dans le cas de la dessiccation à partir de la capacité au champ, pour les sols étudiés et les engins utilisés dans nos enquêtes, caractériser les conditions d'intervention revient à repérer le moment où apparaît, dans l'horizon 0-10 cm, l'humidité correspondant au seuil de comportement mécanique (ici : 21 %). Grâce à l'essai de la station, on connaît pour les quatre dernières années les dates où l'horizon a atteint cette valeur après retour à la capacité au champ : 12 mars et 29 avril en 1990, 1er avril en 1991, 7 avril en 1992 et 10 mars en 1993.

Le modèle le plus simple est celui d'un réservoir de formule générale :

$$R(j) = R(j-1) + P(j) - K\,ETP(j),$$

avec R = réservoir ; P = pluie ; ETP = évapotranspiration potentielle (ces trois variables étant exprimées en millimètres) ; j et j-1 étant les indices respectifs du jour j et de la veille ; K étant un coefficient.

Ce réservoir est borné inférieurement par 0 et supérieurement par une valeur R max, censée représenter la capacité au champ de l'horizon concerné, que l'on suppose atteinte systématiquement tous les hivers à la fin de janvier.

Nous avons comparé six modèles en faisant varier les valeurs de R max (25 et 30 mm) et de K pour introduire des coefficients de réduction d'évaporation en fonction du niveau de remplissage du réservoir, afin de rapprocher le comportement du réservoir de celui d'un sol nu. Nous avons ainsi :

- deux modèles R1 avec K = 1 ;
- deux modèles R2 avec K = R2 (j-1)/R2 max ;
- deux modèles R3 avec K = [R3 (j-1)/R3 max]^2.

Ces six modèles ont été testés sur les quatre années. Le tableau II fournit les valeurs qu'ils donnent aux dates précédentes, où, en phase de dessiccation, l'humidité moyenne des dix premiers centimètres atteint 21 %. Ainsi qu'on pouvait s'y attendre, un sol nu n'évaporant pas à l'ETP, les deux modèles R1 donnent des valeurs très variables ; la figure 1 montre qu'une longue phase de dessiccation vide trop le réservoir pour qu'il puisse se recharger suffisamment ensuite. Les trois modèles R2 25 mm, R3 25 mm et R3 30 mm permettent de prévoir correctement le premier jour où les dix premiers centimètres du sol atteignent l'humidité de 21 %. En utilisant le modèle R2 25 mm, et en écrivant la condition :

$$R(j) < 17 \text{ mm},$$

on obtient les jours réputés propices, car correspondant à une humidité des dix premiers centimètres inférieure à 21 % ; on peut constater sur la figure 2 que l'on prévoit à un jour près l'arrivée de la condition favorable, ce qui est largement suffisant pour l'usage que l'on veut faire de cette modélisation.

Une question demeure cependant : la validation de ces modèles sur une base plus large que les seules quatre années de résultats expérimentaux, qui ne représentent pas la variabilité climatique de cette saison.

Tableau II. Valeurs atteintes par les différents modèles aux cinq dates où l'humidité des dix premiers centimètres atteint 21 % en région de dessiccation.

	12 mars 90	29 mars 90	01 avril 91	07 avril 92	10 mars 93
R1 25 mm	16	9	15	16.5	10.3
R1 30 mm	21	9	20	21.5	18
R2 25 mm	**17**	**16**	**16**	**17**	**16**
R2 30 mm	21	21	21	22	20
R3 25 mm	**18**	**17**	**17**	**18**	**17**
R3 30 mm	**22**	**22**	**22**	**23**	**22**

Note : Les lignes en caractères gras correspondent aux trois modèles qui conviennent le mieux.

Rôles des modèles physiques pour une modélisation opératoire

Pour pallier les lenteurs de l'acquisition de données expérimentales, mettant en œuvre une idée de J. Boiffin, nous comptons utiliser des modèles physiques comme générateurs de données après qu'ils ont été calés sur un ou deux site (s) représentatif (s) des situations d'enquête. Il s'agira de tester s'il est possible de représenter correctement les conditions d'intervention au printemps au moyen d'un modèle à réservoir associé à un modèle faisant intervenir les pluies immédiates qui rendent compte de l'humidité de surface. Une

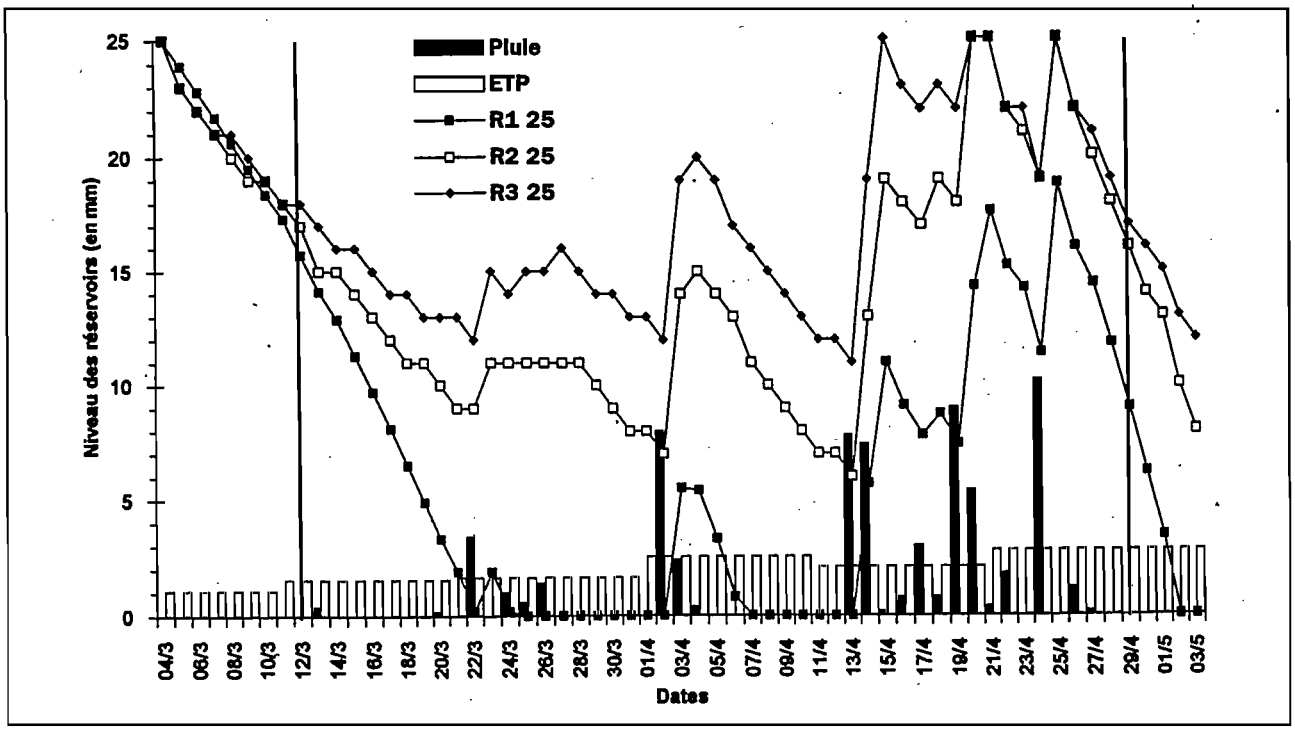


Figure 1. *Test des trois modèles à réservoir égal à 25 cm au cours de l'année 1990 (Les 12 mars et 29 avril, l'horizon 0-10 cm atteint 21 % d'humidité en régime de dessiccation. Le niveau de R1 n'est pas identique pour ces deux dates.).*

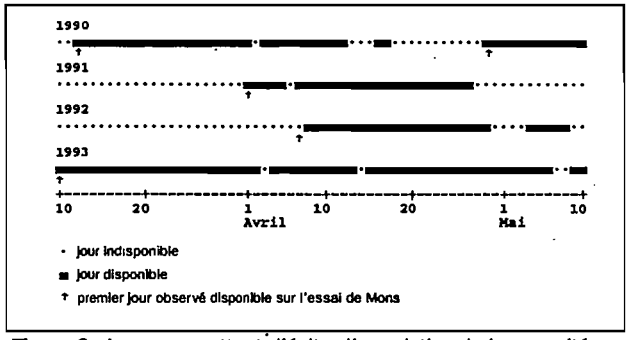


Figure 2 : *jours permettant d'éviter l'annulation de la porosité structurale sous les traces de roues à partir du modèle R2 25 cm (Les croix indiquent les premiers jours où l'horizon 0-10 cm atteint 21 % en régime de dessiccation ; elles montrent que la précision du modèle est de un jour.)*

telle étude est actuellement en cours sur les sols sains dont il a été question dans cette étude. Plus complexe, le cas de sols à nappe perchée temporaire devra ensuite être étudié d'une manière similaire.

L'aboutissement d'un tel travail serait un bon exemple de relation à établir entre des modèles physiques théoriques et des modèles opératoires répondant aux exigences de l'action, les premiers contribuant à la construction des seconds.

Remerciements

Ce travail a été financé dans le cadre d'un contrat Agriculture-Demain passé entre le ministère de l'Agriculture et le Biopôle d'Amiens.

Références bibliographiques

Angevin F., 1993. Essai de modélisation des conditions d'intervention au champ en système de grande culture. Contrat ministère de l'Agriculture - Biopôle végétal, rapport d'étude, 31 p.

Attonaty J.M., Chatelin M.H., Poussin J.C., Soler L.G., 1991. *Advice and decision support systems in Agriculture : new issues, decision support systems.* IFORS, SPC 1, Bruges, March 26-29, 10 p.

Boizard H., Richard G., Guérif J., Boiffin J., (à paraître) Effects of harvest and tillage on soil structure. *In : Soil tillage for crop production and protection of environment.* 13 ISTRO Conference, Aalborg, Danemark.

Cerf M., 1994. *Essai d'analyse psychologique des connaissances techniques et pratiques des agriculteurs : application au raisonnement de l'implantation des betteraves sucrières.* Thèse, Université Paris VIII, Saint-Denis, France, 420 p.

Chatelin M.H., Mousset J., Quiévreux D., (à paraître). Usages d'un simulateur de modèles d'action pour le conseil aux agriculteurs.

Gillet J. P., 1992. Une méthode de calcul des jours disponibles. Perspec. agric.,172 : 95-98.

Guérif J., 1984. The influence of water content gradient and structure anisotropy on soil compressibility. J. agric. Engng. Res., 29 : 367-374.

Lorre E., Papy F., 1991. Modélisation des conditions d'intervention culturale. Essai dans le cas du drainage des sols à nappe perchée temporaire. *In : Drainage des sols lourds.* Actes du colloque franco-polonais, J.C. Favrot ed., Paris, France, INRA, p. 137-155.

Papy F., 1984. *Comportement du sol sous l'action des façons de reprise d'un labour au printemps.* Thèse, INA, Paris, France, 232 p.

Papy F., 1993. Working knowledge concerning technical systems and decision support. First european convention in Farming system research/extension. Edimburgh. 6-9/10/93, 12 p.

Papy F., Aubry C., Mousset J., 1990. Eléments pour le choix des équipements et des chantiers d'implantation des cultures en liaison avec l'organisation du travail. *In : La structure du sol et son évolution,* J. Boiffin et A. Marin-Laflèche éd., Paris, France, INRA, p. 157-185.

Sebillotte M., 1986. Evolution et actualité des problèmes d'organisation du travail en agriculture. Bull. Tech. Inf., 412/413 : 621-630.

Sebillotte M., Servettaz L., 1989. Localisation et conduite de la betterave sucrière. L'analyse des décisions techniques. *In : Fertilité et système de production,* M. Sebillotte ed., Paris, France, INRA, p. 308-344.

Sebillotte M., Soler L.G., 1990. Les processus de décision des agriculteurs. 1) acquis et questions vives. *In : Modélisation systémique et système agraire,* J. Brossier, B. Vissac, J.L. Le Moigne ed., Paris, France, INRA, p. 93-101.

Réflexions sur l'intérêt et les limites des recherches-système en matière de développement rural

Devèze Jean-Claude
Caisse française de développement, 35, rue Boissy-d'Anglas, 75379 Paris Cedex 08, France

Résumé

Les approches systémiques des agricultures au Nord comme au Sud aident à mettre en évidence les relations préférentielles entre facteurs et les niveaux pertinents d'appréhension des changements. Les recherches-système au Sud ont permis de prendre de la distance par rapport aux modèles techniques du Nord et de montrer les limites d'une approche exclusivement centrée sur l'exploitation agricole. En Afrique au sud du Sahara, où il reste difficile de mettre au point et de vulgariser des systèmes de production nouveaux compte tenu de l'environnement socioéconomique incertain, il faut prendre en compte aussi les stratégies souvent divergentes des acteurs. La recherche-système devra être partie prenante des réorientations vers des recherches-action dépassant non seulement les limites et les cloisonnements des disciplines scientifiques, mais aussi les difficultés du dialogue et de la collaboration entre acteurs du développement.

Mots-clés

Recherche, système, développement, rural, exploitation agricole, vulgarisation, institution, stratégie.

Abstract

Relevance and limitations of systems research in rural development.

In both northern and southern countries, the systems approach highlights varying interactions between production factors and differences in perceiving change. Systems research in the south has been able to distance itself from the technical models of the north and to demonstrate the limits of an approach that focuses exclusively on agricultural production. In sub-Saharan Africa, the uncertain socioeconomic context limits development and extension of innovative farming systems. The often divergent strategies of different actors should therefore be considered. Systems research should contribute to the reorientation toward participatory research to overcome compartmentalization of scientific disciplines and difficulties in establishing a dialogue and collaboration between different actors in the development process.

Introduction

Trente ans de travail dans le secteur rural, en France comme dans le tiers-monde, m'ont confronté à des analyses en termes de systèmes[1] de divers types. Il m'a semblé intéressant de réfléchir sur les expériences les plus marquantes où des recherches-système m'ont aidé à dégager l'intérêt et les limites de ce type d'approche pour agir dans le domaine complexe et divers du développement rural.

L'exploitation agricole

L'agronome français qui travaille en appui au développement rural de son pays en vient forcément à s'intéresser aux exploitations agricoles, du fait de leur importance comme centres de décision en agriculture.

Dès mes premiers stages en France, mon attention a été attirée sur l'importance de la taille de l'exploitation et sur la combinaison cohérente à trouver entre la surface de l'exploitation et les autres facteurs de production. Ainsi, en 1962, un agriculteur du nord de la France devait veiller à adapter le nombre et la puissance des tracteurs utilisés à la taille de son entreprise. Au fur et à mesure que mécanisation et automatisation progressent et que le coût de la main-d'œuvre s'accroît, les seuils de surface permettant de vivre en système de grande culture augmentent du fait de la nécessité d'améliorer la productivité du travail.

D'autres facteurs rendent plus complexe l'approche de la taille optimale de l'exploitation. Ainsi, des opportunités

[1] Les définitions adoptées pour "systèmes agricoles", "systèmes de production", etc. font référence à l'annexe de l'ouvrage collectif *Les interventions en milieu rural* (Mercoiret, Devèze, Gentil, 1989).

techniques comme l'irrigation peuvent permettre d'intensifier, tout comme des activités hors sol ou hors exploitation concourent à valoriser la force de travail disponible. D'autres combinaisons sont possibles entre culture, élevage, sylviculture, des spéculations différentes peuvent être tentées, etc. On prend ainsi conscience du rôle complémentaire des facteurs capital, terre, travail, dont l'importance varie dans le temps et dans l'espace.

Au début des années 70, le laboratoire d'économie de l'INRA à Grignon a aidé les responsables de Basse-Normandie à réfléchir sur l'avenir de leurs systèmes de production à un moment où les marchés du lait et de la viande étaient déjà en crise de surproduction.

Les raisonnements en termes d'utilisation optimale des facteurs de production se sont heurtés aux difficultés à raisonner système global et coût marginal pour beaucoup d'agriculteurs, habitués à faire leurs comptes par spéculation.

De même, la tentative de mise en correspondance de modèles de systèmes de production et de modèles de systèmes de transformation du lait et de la viande en vue de raisonner l'agriculture bas-normande comme une grande entreprise agroalimentaire à dynamiser a buté sur de nombreux écueils psychosociologiques, vu les comportements divers des chefs d'unités économiques. Souvent, les approches préconisées, en particulier en termes d'amélioration de la gestion des systèmes de production, étaient peu compatibles avec les systèmes de valeurs du milieu rural bas-normand.

A cette époque, il était évident qu'un fossé subsistait encore, en milieu rural, entre société traditionnelle et société moderne. Dans le premier cas, le modèle d'organisation était l'autarcie : l'idéal était d'acquérir l'expérience et les savoir-faire ; les informations transmises de bouche à oreille étaient passées au crible de l'expérience ; l'acquisition de la terre était symbole de réussite ; être maître chez soi était la première liberté, etc. Dans l'autre cas, le modèle d'organisation visait à l'efficience, l'objectif était d'adopter les innovations permettant d'améliorer ses performances sur tous les plans : l'information rapide était nécessaire pour s'adapter et pour maîtriser la conjoncture ; la terre n'était qu'un instrument de travail ; l'important était d'être libre de décider de l'orientation de son exploitation, etc.

Dans cette société bas-normande de 1970, le changement sur l'exploitation n'était pas perçu de la même façon par les traditionnels et les novateurs. Le pur traditionnel n'acceptait pas l'emprunt, qui le faisait dépendre de l'extérieur : il était méfiant à l'égard d'outils et de nouveautés dont il n'avait pas l'expérience. Ceux qui acceptaient d'évoluer étaient prêts non seulement à adopter des méthodes modernes, mais aussi à revoir l'ensemble de leurs systèmes d'exploitation pour tenir compte de ces changements. Cela entraînait l'utilisation d'instruments de mesure (contrôle laitier) et de gestion (comptabilité). Les vrais novateurs, capables de s'adapter en permanence à leur environnement (par exemple, de changer de spéculation pour s'adapter au marché), ne représentaient en 1970 que 5 % des agriculteurs.

Ce travail sociologique en Basse-Normandie, complété par des analyses sur les systèmes agricoles, a permis de mieux comprendre certains processus cohérents déterminant le comportement humain, ce qui a aidé la réflexion sur les façons de faciliter certaines évolutions de l'agriculture bas-normande. L'analyse de la seule rationalité technico-économique des systèmes de production s'avérait insuffisante pour comprendre les dynamiques en cours, et, donc, pour intervenir sur le développement.

Les limites de la notion d'exploitation agricole en Afrique

Mes premiers contacts avec des paysans africains en Haute-Volta m'ont amené à m'interroger sur la pertinence de la notion d'exploitation agricole pour aborder l'agriculture africaine.

Travaillant en 1965 sur l'association culture-élevage, j'ai été confronté à la présence d'ethnies de cultivateurs et d'éleveurs qui, bien que vivant séparément, étaient capables de trouver des accords pour profiter des complémentarités entre systèmes de culture et systèmes d'élevage. Les éleveurs peuls du Yatanga fumaient avec leurs troupeaux les champs des paysans mossi et profitaient des résidus de récolte dans le cadre d'accords de fumure.

En 1971, un séminaire organisé par la revue *Économie rurale* sur les problèmes concrets de l'agriculture dans les pays en voie de développement attirait l'attention sur l'importance de la complexité de la cellule économique familiale (de Sigy, 1971).

Les travaux du groupe Amélioration des méthodes d'investigation en milieu rural africain (AMIRA) m'ont peu à peu permis de remettre en cause la pertinence même de la notion d'exploitation agricole dans la plupart des situations en Afrique au sud du Sahara. Sur le plan des décisions techniques et économiques (Ancey, 1975), les divisions du travail à l'intérieur de familles élargies, entre hommes et femmes, entre anciens et jeunes, font apparaître différentes unités de décision en fonction de rationalités et d'objectifs différents, comme l'autosubsistance vivrière, la recherche de revenu monétaire pour faire face à l'impôt et aux frais d'écolage, le besoin de revenus personnels, etc. De même, tant que la pression démographique n'a pas gelé la situation, la redistribution des champs par les maîtres de terre, les échanges de parcelles ou l'usage de biens communs (parcours, arbres, etc.) conduisent à de multiples formes d'appropriation foncière.

L'intérêt et les limites pour le développement de la notion de systèmes agricoles

Au début des années 80, les approches systémiques ont été appuyées officiellement comme le montrent les *Actes des journées sur la recherche-développement* tenues à Montpellier en novembre 1982.

Les analyses des systèmes agricoles des régions très peuplées du Rwanda, du Burundi, du pays Bamiliké ont remis en cause les a priori antérieurs des agronomes des pays tempérés en faveur des cultures pures, des semis en ligne, etc. De même, l'analyse des systèmes de culture et d'élevage en zone soudano-sahélienne a montré les limites du modèle de

l'exploitation de polyculture-élevage dans cette situation. Ainsi, on a appris à s'écarter des modèles techniques du Nord grâce à une confrontation des mythes technicistes avec les réalités du terrain (Landais et Lhoste, 1990) et à prendre en compte la rationalité des pratiques paysannes.

La réflexion en cours sur l'avenir des zones tropicales humides a privilégié dans un premier temps la mise au point d'une typologie des systèmes agraires (Labrousse, 1993). Cela permet de prendre en compte à la fois les facteurs agroécologiques discriminants et les variables principales qui déterminent les logiques et les évolutions des systèmes agricoles. Les études des systèmes agraires sont très riches par les divers niveaux d'analyse qu'elles impliquent, allant de l'écosystème mis en valeur aux relations de production et d'échange, en passant par la caractérisation des forces productives et des institutions qui en assurent la reproduction.

Les nombreux travaux menés sur le terrain dans le cadre d'approches de recherche-développement au Sénégal, à Haïti, au sud du Mali et ailleurs ont montré l'intérêt des diagnostics obtenus et des éléments de dialogue fournis pour les acteurs du développement, mais aussi les limites en terme de réalisations effectives compte tenu des efforts déployés. Les principaux problèmes se situent sur le plan institutionnel : rapports difficiles entre recherche et développement, manque d'implication de partenaires paysans, etc.

Souvent aussi, les approches systémiques manquent d'une vision historique, qui permettrait de mieux comprendre les dynamiques en cours, et d'une analyse des stratégies d'acteurs, qui déboucherait sur une perception des intérêts en jeu (Yung et Zaslavsky, 1991).

Ainsi, l'analyse des tensions et contradictions entre acteurs de la zone cotonnière d'Afrique de l'Ouest et du Centre conduit à s'interroger sur les dynamiques de développement encore possibles.

La politique d'ajustement menée pour améliorer sa compétitivité a rendu la filière coton peu rémunératrice ces dernières années. Alors qu'elle était auparavant la base d'un processus dynamique reposant sur les efforts convergents des sociétés agro-industrielles cotonnières et des paysans, cette spéculation a été maintenue par les producteurs faute d'alternative. La baisse des revenus des producteurs a remis en cause le caractère durable de la culture du coton du fait de l'extensification des cultures, de la diminution de l'utilisation des engrais et des difficultés d'accès à la culture attelée, et donc à la fumure animale, pour les jeunes lors de leur installation (Devèze, 1994). Cela repose la question de l'évolution des modes d'intervention en zone cotonnière, et en particulier des systèmes de vulgarisation.

Les difficultés des systèmes de vulgarisation

La vulgarisation en zone cotonnière a d'abord reposé sur l'amélioration des systèmes de culture à base de coton à partir des résultats de la recherche cotonnière. La gestion de la filière coton par une société unique intervenant de l'amont à l'aval procurait un cadre favorable et sécurisant pour l'approvisionnement en intrants, le crédit et la commercialisation, ce qui facilitait l'introduction des innovations, constituées surtout de recettes techniques apportées par l'encadrement.

Peu à peu, la vulgarisation a pris en compte aussi les changements des systèmes de production : diversification des productions, culture attelée, amélioration de l'alimentation et de la santé des animaux, fumure animale, etc. Il s'agissait plus alors de mettre au point avec le producteur des techniques et des systèmes de production adaptés que d'appliquer des itinéraires techniques passe-partout. Depuis quelques années était abordée aussi la fragilité écologique des milieux cultivés à travers des approches basées sur la gestion des terroirs.

Cependant, la vulgarisation en zone cotonnière se heurte à d'importantes difficultés. En premier lieu, les problèmes financiers des États et des sociétés cotonnières remettent en cause la prise en charge des relations, inséparables d'un niveau de production intéressant telles que le rappel et l'adaptation des techniques de base, avec les producteurs de coton. Ensuite, les rapports entre recherche, vulgarisation et production restent médiocres dans la plupart des cas, et ce pour de multiples raisons : difficulté pour la recherche à répondre en priorité aux problèmes des producteurs, niveaux d'organisation et de formation des producteurs insuffisants pour qu'ils se constituent en partenaires exigeants de la recherche et de la vulgarisation, etc. Enfin, les crises sur les plans politique, économique et socioculturel rendent difficile une reprise sur de nouvelles bases de la "filière de progrès", qui avait été mise en place par les sociétés cotonnières. Les déficiences des systèmes d'information et de formation des producteurs dans la plupart des pays africains ne facilitent pas l'évolution des mentalités nécessaire pour maîtriser les changements de l'environnement socioéconomique.

La Banque mondiale essaie d'imposer en Afrique son modèle de système de vulgarisation *(training and visit)* avec la complicité des appareils d'État qui y trouvent une opportunité pour financer l'encadrement en place. Cet organisme, privilégiant un modèle de vulgarisation comme vecteur du changement technique, se trompe quand il croit que la recherche étatique est actuellement capable partout de proposer des nouvelles techniques compatibles avec les stratégies des producteurs et quand il s'appuie sur des appareils administratifs qui cherchent plus à se reproduire qu'à promouvoir des rapports contractuels entre partenaires (Mercoiret, Devèze et Gentil, 1989).

Il s'agit donc de faciliter l'organisation sur de nouvelles bases de la recherche, de la vulgarisation et de la production, afin de les aider à passer d'une approche exogène de l'innovation dans le cadre de systèmes de culture et d'élevage encadrés à celle de la maîtrise des changements des systèmes de production et des systèmes agraires par des chefs d'entreprise et des responsables de groupements et de collectivités qu'on accompagne dans leurs décisions.

Certains auteurs (Billaz et Lefort, 1987) ont parlé de "recherche-développement intégré" en insistant sur la complémentarité entre "connaissance-expérimentation-formation" dans le cadre des trois volets : diagnostic, constitution de références adaptées et appropriation-diffusion des techniques. Le tableau I reprend en la complétant leur façon

Tableau I. Types d'activité à conduire par la recherche, le développement et les ruraux.

Niveau d'appréhension / Type d'approche	Parcelle Animal	Système de culture Système d'élevage	Exploitation agricole Système de production Unité de production	Petits espaces ruraux
Analyse des systèmes agricoles	Itinéraires techniques et pratiques des agriculteurs et éleveurs	Problèmes des systèmes techniques	Diagnostic, typologie et modèle d'unité de production	Diagnostic et typologie d'unité dynamique de milieu (système agraire)
Analyse des stratégies d'acteurs	Stratégies techniques	Stratégie des producteurs	Stratégie des chefs d'unité de production	Stratégie des acteurs et des groupes
Constitution de références	Constitution et adaptation des références techniques	Fonctionnement et amélioration des systèmes techniques	Fonctionnement et dynamique des unités de production	Constitution de références sur la maîtrise de l'espace agricole
Appropriation, diffusion, conseil/organisation du territoire	Conseil technique et innovation	Conseil technique et de gestion et innovation	Conseil de gestion et changement sur l'unité de production	Aménagement et gestion de l'espace : développement local

d'aborder les éléments en interaction dynamique en tenant compte de plusieurs niveaux d'appréhension et de divers types d'approche. Ceci permet d'insister sur l'importance du recours à la fois aux approches systémiques, qui aident à dégager des logiques et cohérences, et aux analyses stratégiques, qui éclairent le jeu des acteurs et les conditions des négociations.

Des institutions en difficulté confrontées à de nouveaux enjeux en matière de développement rural

Dans le contexte actuel de crise des États, de désarroi des producteurs et de doute des sources de financement extérieures, il est important de se resituer par rapport aux enjeux en matière de développement rural tels qu'ils sont perçus sur le terrain en Afrique au sud du Sahara.

Le premier enjeu est la capacité des producteurs à s'adapter à leur environnement socioéconomique incertain, ce qui suppose de lier conseils techniques et de gestion pour qu'ils puissent améliorer et adapter leurs systèmes agricoles en limitant les risques. Les recherches-système fournissent des éléments méthodologiques et des observations très utiles pour favoriser le dialogue avec et entre les producteurs, mais elles ne traitent ni des comportements des acteurs les uns par rapport aux autres, ni de leur organisation.

Le deuxième enjeu est la possibilité de sécuriser l'environnement socioéconomique de la production, en particulier grâce à une meilleure maîtrise de la commercialisation, de l'approvisionnement, du crédit et du foncier. En ce domaine, les approches systémiques apportent des éléments de compréhension, mais ce sont plus les analyses institutionnelles et de filière qui sont déterminantes pour l'action.

Le troisième enjeu est la mise en valeur durable de l'espace, notamment la préservation de la fertilité, la maîtrise du milieu physique et la gestion des ressources naturelles. Les recherches sur les systèmes de production et les systèmes agraires ont contribué à la constitution de références adaptées à de nombreuses situations.

Il est important pour faire face à ces enjeux de mettre en place des recherches-action mobilisant tous les acteurs et opérateurs concernés par la préparation de l'avenir. Cela pose de multiples questions sur la façon de procéder : échelle géographique pertinente, thèmes prioritaires, collaborations scientifiques, degré d'implication des chercheurs dans l'action, modes de financement, suivi et évaluation, etc.

L'exemple du projet mené avec l'Institut de recherche agronomique du Cameroun (IRA), projet cherchant à préparer l'avenir des agriculteurs du nord du Cameroun, apporte les premiers enseignements à ce sujet.

Cette intervention permet d'apporter un éclairage sur la difficulté de collaboration entre disciplines scientifiques. Il est possible de poursuivre le travail pluridisciplinaire sur des systèmes de culture ou d'élevage quand les personnes sont prêtes à travailler en équipe. En revanche, le travail interdisciplinaire pour aborder les systèmes de production ou les systèmes agraires s'avère plus difficile, sans doute parce qu'il oblige à sortir de sa discipline pour faire de l'agroécologie, de l'agroéconomie, de l'agrosociologie, etc. Quant au travail transdisciplinaire, qui nécessite de dépasser les disciplines scientifiques pour trouver des méthodes de travail susceptibles de préparer l'avenir, il paraît si exigeant que peu de thèmes ont été jusqu'à maintenant retenus pour des approches de ce type. Est en cours actuellement un essai de zonage des principales régions présentant des problématiques de développement homogènes. En revanche, il n'y a pas de résultats probants sur la façon d'accompagner la professionnalisation de l'agriculture, sur les systèmes d'information et de formation, sur la gestion du foncier et des terroirs, sur la mise au point d'un conseil technique et de gestion, etc.

Les recherches-système à l'IRA Garoua apparaissent comme des outils utiles dans la mesure où elles sont bien ciblées et conduites de façon pluri- ou interdisciplinaire, mais elles ne sont que des moyens pour affiner les diagnostics et mettre au point avec les partenaires des solutions aux problèmes rencontrés sur le terrain.

Le projet IRA Garoua a souffert à l'origine d'une ambition trop centrée sur la conduite de bonnes recherches scientifiques en vue de promouvoir une diversification mythique. Faute de partenaires assez exigeants et d'une profession agricole représentative, il manque de liens avec les priorités du terrain.

Dans le nord du Cameroun, comme dans de nombreuses régions où l'avenir du monde rural est incertain, le plus difficile reste l'établissement de rapports de confiance entre acteurs et opérateurs, pour qu'ils soient capables de faire face aux enjeux. Trop souvent les uns et les autres se replient dans leurs "institutions", avec leurs systèmes de va-

leur, ce qui ne favorise ni le dialogue ni l'établissement de rapports contractuels. On peut se demander si ce n'est pas l'organisation du monde rural qui serait le plus porteur de changements, ce qui supposerait de centrer les efforts sur les systèmes d'appui aux groupements et collectivités et plus encore sur les dispositifs de formation et d'information.

En guise de conclusion

Confrontée à la complexité et à la diversité des agricultures du Sud, l'approche systémique permet d'analyser des relations correspondant à divers niveaux d'organisation. C'est une façon de mieux appréhender la réalité, de comprendre les évolutions en cours, de remettre en cause les schémas préétablis de pensée et ainsi, en pratiquant l'interdisciplinarité, de dépasser les limites et les cloisonnements des disciplines scientifiques. C'est important, mais, heureusement, il subsiste de l'irrationnel, qui échappe aux modèles les plus sophistiqués : il peut se produire des renouvellements éthiques, qui restent imprévisibles[2], des adhésions à des institutions ou à des idées, qui permettent des avancées surprenantes.

La recherche de systèmes performants, conciliant les divers impératifs de compétitivité, durabilité et reproductibilité, entretient des rapports dialectiques avec les multiples ajustements et initiatives dont sont capables les sociétés humaines à partir de leur génie propre et de leur culture. Dans nos sociétés de délibération, la recherche-système n'est-elle pas plus un élément de dialogue pour comprendre notre monde qu'une source de sens pour en préparer l'avenir ?

Les recherches-système nous sont très utiles tant qu'elles ne se parent ni de prétentions scientistes à forger des modèles réputés dire le vrai, ni de masques opérationnels imposant des outils de décision prétendus infaillibles (Martinet, 1993). Il s'agit d'éviter d'en faire des instruments au service d'une nouvelle technocratie et donc de rester attentif aux conditions de la mise en œuvre dans l'action de leurs résultats. Cela nécessite la prise en compte des différents points de vue, essentiellement ceux des agriculteurs, si on veut analyser les processus de développement, les avatars rencontrés et les alternatives crédibles.

Bibliographie

Ancey G., 1975. *Niveaux de décision et fonctions objectifs en milieu rural africain.* Paris, France, AMIRA, INSEE.

Billaz R., Lefort J., 1987. Recherche-développement et vulgarisation. *In : Colloque de Yamoussoukro, Recherche, vulgarisation et développement.* Ministère de la Coopération, Paris, France, p. 155 à 162.

Devèze J.-C., 1971. Attitudes psychosociologiques des paysans et développement rural à Madagascar. Économie rurale, 88 (2) p. 121-125.

Devèze J.-C., 1994. Les zones cotonnières entre développement, ajustement et dévaluation. Réflexions sur le rôle du coton en Afrique francophone d'Ouest et du Centre. Notes et études 53. (En cours d'édition). Paris

Haut de Sigy (de) G., 1971. Économie rurale et société villageoise. Exemple dès hauts plateaux malgaches. Économie rurale 88 (2), p. 27-44.

Labrousse R., 1993. *Typologie des problèmes spécifiques à la zone tropicale humide (Écologie et systèmes agraires).* Groupe de travail Avenir des zones tropicales humides, Paris, France, GRET, 74 p.

Landais F., Lhoste P., 1990. L'association agriculture-élevage en Afrique intertropicale : un mythe techniciste confronté aux réalités du terrain. Paris, France. Cahiers Sciences Humaines de l'ORSTOM, p. 217-235.

Lefort J., Pasquis R.-G., 1982. *Projet de plate-forme sur la recherche-développement intégrée en milieu rural.* Les cahiers de la Recherche-Développement 1983, CIRA, Montpellier, France, p. 12-16.

Martinet A.-C., 1993. Stratégie et pensée complexe. Revue française de gestion 93 in Problèmes économiques 2350, p. 1-7.

Mercoiret M.-R., Devèze J.-C., Gentil D., 1989. *Les interventions en milieu rural.* Paris, France, Ministère de la Coopération, 198 p.

Pillot D., 1993. *Paysans, systèmes et crise. Travaux sur l'agraire haïtien.* Tomes I et II, Université Antilles-Guyane, Pointe-à-Pitre, 365 et 298 p.

Yung J.-M., Zaslavsky J., 1991. *Pour une prise en compte des stratégies des producteurs.* Paris, France, Notes et Études n° 40, Caisse centrale de coopération économique, 83 p.

[2] Il n'est pas sûr que l'influence du FMI, qui préconise l'ajustement des systèmes économiques et financiers nationaux, reste dominante par rapport à ceux qui accordent leur priorité au développement économique, au développement humain ou aux problèmes d'environnement.

The Role of Quantitative Methods in Integrating Farm, Village, and Regional Systems Approaches

Doppler, Werner
Universität Hohenheim (490), 70593 Stuttgart, Germany

Abstract

The development of a region is heavily determined by decisions at micro (family), village (or similar subregions), and regional levels. Decisions are made according to the needs and objectives of the decisionmakers, availability of resources, and constraints. Differences between the three levels in these issues can lead to conflicts, which are often related to objectives and resource use. Micro, village, and regional levels should be integrated in a systems concept to understand and model decisions and linkages at and between all levels. Such a concept goes beyond the farming community and must to be based on an interdisciplinary approach. Quantitative methods exist for analyzing the past and modeling future development. At each level a selected type of dynamic model is presented, and its composition reflects the hierarchy of the systems. The application of such recursively coupled models reflects multilevel and multistage decision making, based on specific conditions (objectives, resource availability, constraints) at family, village, and regional levels. The models serve to measure the impact of or benefit forgone for alternative policies, and extension and research strategies; they are also a tool for implementation at all three levels.

Key words

Farming systems, village livelihood systems, regional systems, modeling, quantitative methods, linear programming, model aggregation, regional planning, micro-level studies, resource economics.

Résumé

Le rôle des méthodes quantitatives dans l'intégration des approches-systèmes au niveau de l'exploitation, du village et de la région

Les décisions au niveau de la famille, du village (ou sous-région analogue) ou de la région, déterminent largement le développement d'une région. Elles sont prises en fonction des besoins et des objectifs des décideurs, des ressources disponibles et des contraintes. La différence entre les trois niveaux peut conduire à des situations conflictuelles, généralement liées aux objectifs et à l'utilisation des ressources. Pour comprendre et modéliser les décisions et les liens entre les différents niveaux, et à tous les niveaux, on propose l'intégration des niveaux famille, village et région dans un concept systémique. Ce concept dépasse les limites du milieu agricole et doit être pluridisciplinaire. Il existe des méthodes quantitatives permettant d'analyser et de modéliser le développement passé et futur. A chaque niveau est présenté un type donné de modèle dynamique dont la composition correspond à la hiérarchie des systèmes. L'application de ces modèles, connectés de façon récurrente, correspond à la prise de décision multiniveaux et multiphases, en fonction de conditions spécifiques (objectifs, ressource disponible, contraintes) au niveau familial, villageois et régional. On peut utiliser cette méthode pour mesurer l'impact ou les avantages perdus, pour d'autres poliques ou statégies de recherche et de vulgarisation, et comme outil de mise en oeuvre à tous les niveaux.

Introduction

The systems approach provides the philosophy, concept, and strategy for developing solutions and proposing them to families, and communal and regional decision making bodies to solve problems at farm, household, family, village, and regional levels. In reality, systems at each level are interlinked and are often subsystems of a more general system. Analyses of the development of these systems, solutions to problems, and models for measuring future impact of changes require the combination and integration of approaches and methods generated at various levels. Specific objectives and relative independence of decisions at farm/household, village and regional levels are key factors in this process.

Agricultural and Rural Systems

The relevant subsystems of the agricultural and rural system are farming, village, and regional systems (Figure 1).

Farming Systems and Farming Systems Approach

At the micro level in agriculture, the farm–household –family is regarded as a system where decisions related to farm, household, and farm family are made (FAO 1992). A decision-oriented farming systems approach is considered suitable (Doppler 1994) ; it is characterized by :

– Complexity of the real world. Dominance of an approach based on commodities, production techniques, and production systems is overcome by focusing on farm, household, and off-farm activities, and the living standard of the farm family, which forms the basis for decisions at micro level.

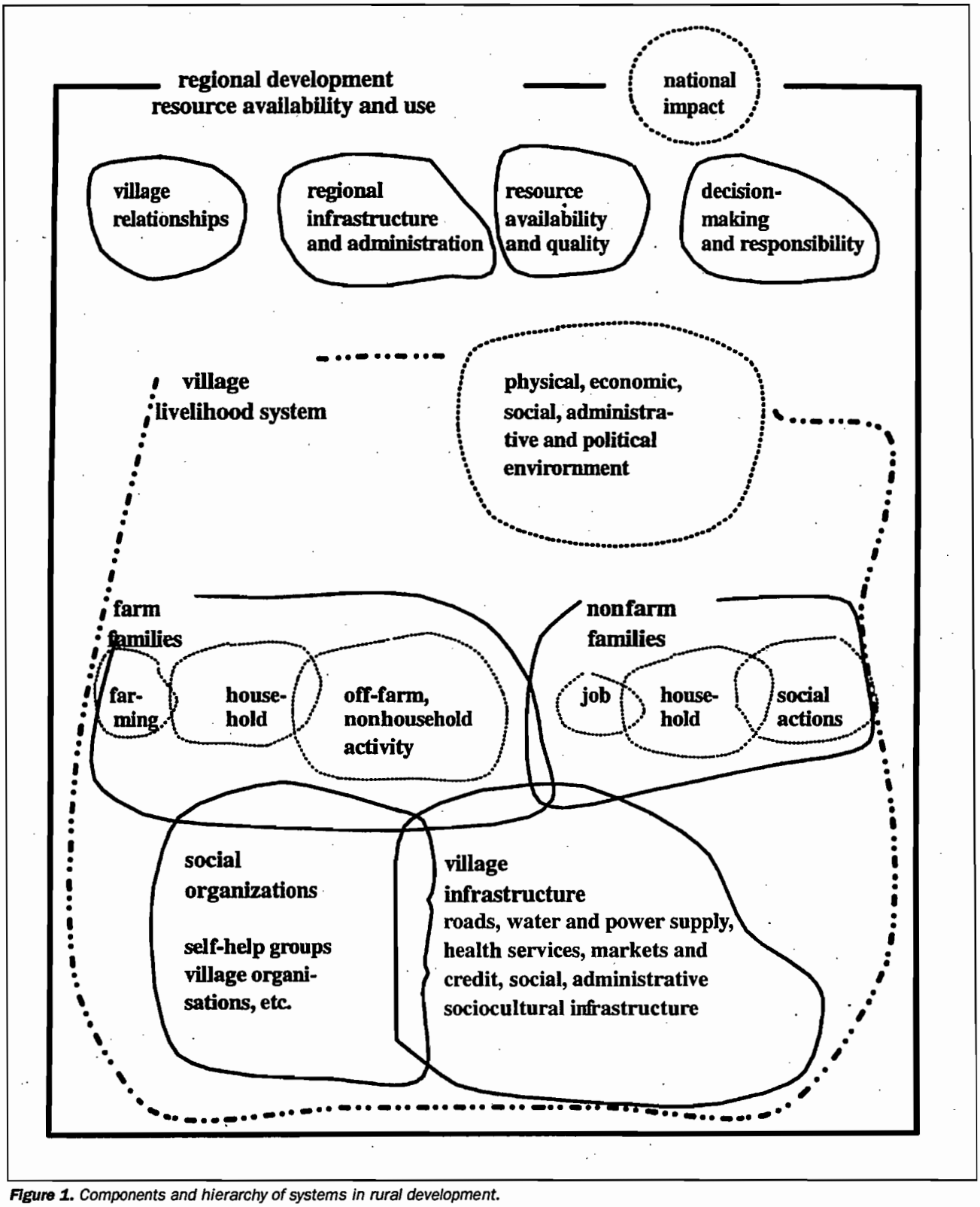


Figure 1. Components and hierarchy of systems in rural development.

- Dynamics and sustainability. Static views are checked through : comprehensive analyses of past developments to better understand why systems have evolved the way they have ; and future long-term impact models to measure the impact of changes on living standards, and socioeconomic stability and sustainability. Such analyses and models are useful for evaluating future seasonal fluctuations in farm, household, and off-farm activities, sustainable performance of resources, and effect on living standards.
- Objectives and decisions. Families make decisions according to their objectives, which result from their view of problems in prevailing physical, economic, social, and cultural conditions. Such an approach precludes the single problem, single objective strategy. Since human beings are central to this concept their real objectives and interests have to be known. Gender issues play a specific role.
- Participation. The involvement of target groups at various levels (eg, individuals, families, social groups, companies, services, politicians) in testing, evaluation, and selection of possible solutions and their implementation is a continuous process. Such a view overrides the top-down concept and makes way for a bottom-up strategy or elements of it.

Village Systems and Village Systems Approaches

The village system is placed between farming systems and regional systems in the hierarchy of systems in rural development (Figure 1). The central components are :

- Living standard of individual families. The village or communal system comprises all families living in a given location. The village systems approach deals with village livelihood systems by focusing on the living standard of the single family and a comparative analysis of different social groups in the village. The farming systems approach has to be extended therefore to nonfarm families who may run a company or private business, or work as permanent laborers or officers in services. The same principles are relevant as described in the farming systems approach.
- Common village resources. These resources comprise the physical, socioeconomic, and social infrastructure, including rights of access. Decision making on investments, changes, and resource use is the responsibility of the village society. sociocultural and political conditions determine who represents this society.

The analysis of village resources, their use, relationship with individual families, and linkages with the regional level is based on availability, use, and responsibility for village resources, including physical infrastructure (eg, water and power supply, irrigation water distribution network), socioeconomic infrastructure (eg, local marketing system, communication system), and social infrastructure (eg, child care, health care). In addition, organizations (eg, self-help groups, nongovernmental organizations, services, cooperatives, water users' associations, social groups), institutions (eg, religious groups, extension services, communal administration, banks), and sociocultural regulations (eg, norms ; sanctions ; taboos ; religious, ritual, and spiritual celebrations) should be considered as desirable or existing constraints.

Regional and Rural Systems and Decision-Oriented Approaches

Most so-called regional approaches in the past were in fact partial approaches. Land use systems, regional water management, and regional organization of services are typical examples in which a single resource dominates. Modern regional systems integrate physical, economic, social, administrative, and cultural aspects in a complex concept, which can be compared with the decision-oriented farming systems approach at a higher aggregated level.

Decision-oriented regional development involves :

- three decision making levels : families, village and regional decision bodies ;
- all resources that are simultaneously relevant ;
- wide range of different disciplines.

Regional systems include village and farming systems as subsystems and are at the same time subsystems of the national system. The definition of a region is flexible and may refer to a geographic, administrative, tribal, or rural zone. The main components of a regional systems approach are :

- aggregation of all village systems in the region as described above, including the relationships and linkages between them ;
- regional markets ; physical, social, and administrative infrastructure ; private companies, organizations, and their linkages to communal societies ; resource availability and use ; and external regulations ;
- regional environmental systems, and resource availability and use depending on the level or social group that decides on resources. Divergent needs and objectives at family, village, and regional level may lead to conflicts in allocation and use of resources that may prompt restrictions in the degree of freedom for decisions at different levels.

An analysis of these components and their relations within a systems approach is useful for understanding living standards of individual families, livelihood in society, resource management and sustainable resource use, and regional development policies.

Quantitative Methods in Rural Systems Approaches

Objectives and Concepts

The main objectives for developing, testing, and applying quantitative methods in agricultural and rural development are :

- to better understand the processes, determinants, and bottlenecks in the development of complex systems in the past, especially the needs and objectives of people, which will provide a basis for defining problem solving strategies ;
- to estimate future impact of solutions to problems of individuals, social groups, or the society as a whole, which will provide basic knowledge for decisions by regional governments, village councils, extension services, research institutions, private organizations and companies, and farm and nonfarm families.

– to contribute to the resolution of conflicts that arise between micro, village, and regional levels (eg, conflict in rural resource use, Cocklin et al 1988), and between social groups at all levels by determining —through the application of quantitative methods within a systems framework — the benefits foregone by all groups involved.

Such basic knowledge can be derived from practical experience and intuition, but it can be usefully supplemented by available quantitative methods. The most common objectives for integrating quantitative methods are :

– at family level, sustainable improvement of the living standard and reduction of risk ;
– at village level, sustainable improvement and reduction of disparities in living standards and risk ;
– at regional level, sustainable improvement of living standards of all groups of people, reduction of disparities in living standards and risk, contribution to economic growth, and optimum and sustainable use of those resources that do not directly contribute to income improvement.

The complexity of these objectives requires a multilevel concept centered on : linkage between family, village, and region ; dynamics and sustainability of subsystems, with special emphasis on people's objectives and resources ; and concepts and philosophies of a wide range of disciplines.

The complexity of the multilevel concept clearly indicates that there is no single quantitative method or model that fits these conditions (Figure 2). Quantitative methods required for analyses and future strategy testing therefore form a set of different methods. They may be drawn from different disciplines such as statistics, econometrics, agronomy, animal production, agricultural economics, social sciences, geography, and regional sciences.

Multilevel System Models

While interdisciplinary approaches have been tested and applied at farm/household/family level, quantitative methods at village and regional levels typically deal with specific aspects rather than multidisciplinary approaches. For example, regional water management is often considered an issue of regional institutions and administrations and farmers' decisions are not directly included in regional water systems planning ; land use planning often deals with crop production and production patterns, without including the economic, social, and administrative environment, and decisions at all levels according to corresponding objectives.

These partial approaches can be corrected by using a multisystem model that optimizes resource allocation in conditions for maximizing sustainable living standards and economic growth (Dent et al 1993 ; McGregor, Dent 1993). This is the context and basis for the family, village, and regional models discussed here.

Micro or family models

Information available for family models is usually based on surveys of randomly selected families or households in a village or region. To measure the impact of future changes a more realistic and specific classification of families into relatively homogeneous groups is needed (März 1990). Such a classification comprises (Figure 3) :

– farm household systems including off-farm activities ($FS_1 \ldots FS_n$) ;
– nonfarm enterprises and household systems ($PC_1 \ldots PC_n$) ;
– job employment systems ($JE_1 \ldots JE_n$).

The micro or family models applied for these groups of families have the following characteristics :

– Objective : to optimize family income for all micro systems in separate models.
– Purpose 1 : determination of farm, firm, household, and job organization ; resources owned, used, or determined by village or regional enterprises, services, or administrators are considered external parameters in this model.
– Purpose 2 : establishment of a functional relationship for these micro models, which will be used as an activity in the village livelihood model.

Using the results of a family model as one activity of the village livelihood model would not allow adjustment to variations in the scarcity of those resources that have a village market (eg, land, labor). Micro models are therefore combined with varying resources. This provides a number of solutions for different resource capacities ($R_1 \ldots R_m$ in Figure 3). Algorithms such as linear or quadratic programming may be used.

Village livelihood models

The village livelihood model covers the families living in a village or a similar small area. It may be dominated by farm families, but still includes all micro systems. Main characteristics of the village livelihood model (Figure 3) are :

– Objective : to optimize income of all families in a village depending on the family's individual resource availability and constraints ; cost of village services are endogenous to the plan.
– Purpose 1 : determination of structural change, especially the mobility between micro systems, for example, transfer from farm to private enterprise or employment outside the farm (mobility of land, labor, and capital at village level).
– Purpose 2 : determination of the sustainable use of village resources.
– Purpose 3 : measuring the impact of changes in village infrastructure (physical, economic, social, administrative, and cultural) and activities, and of policy, extension, and research strategies.
– Purpose 4 : establishment of a functional relationship of these village models, which will be used as an activity in the regional model.

Algorithms such as linear or quadratic programming may be used. The model may be deterministic, discrete-stochastic (Wightman 1990), or stochastic using the Monte Carlo simulation (März 1990). Simultaneous competition among all families for village resources generates results in the village livelihood model that will consequently be considered by the families in decisions during the following period. If resource allocation at village level changes, the families may have to be reclassified to maintain homogeneous groups.

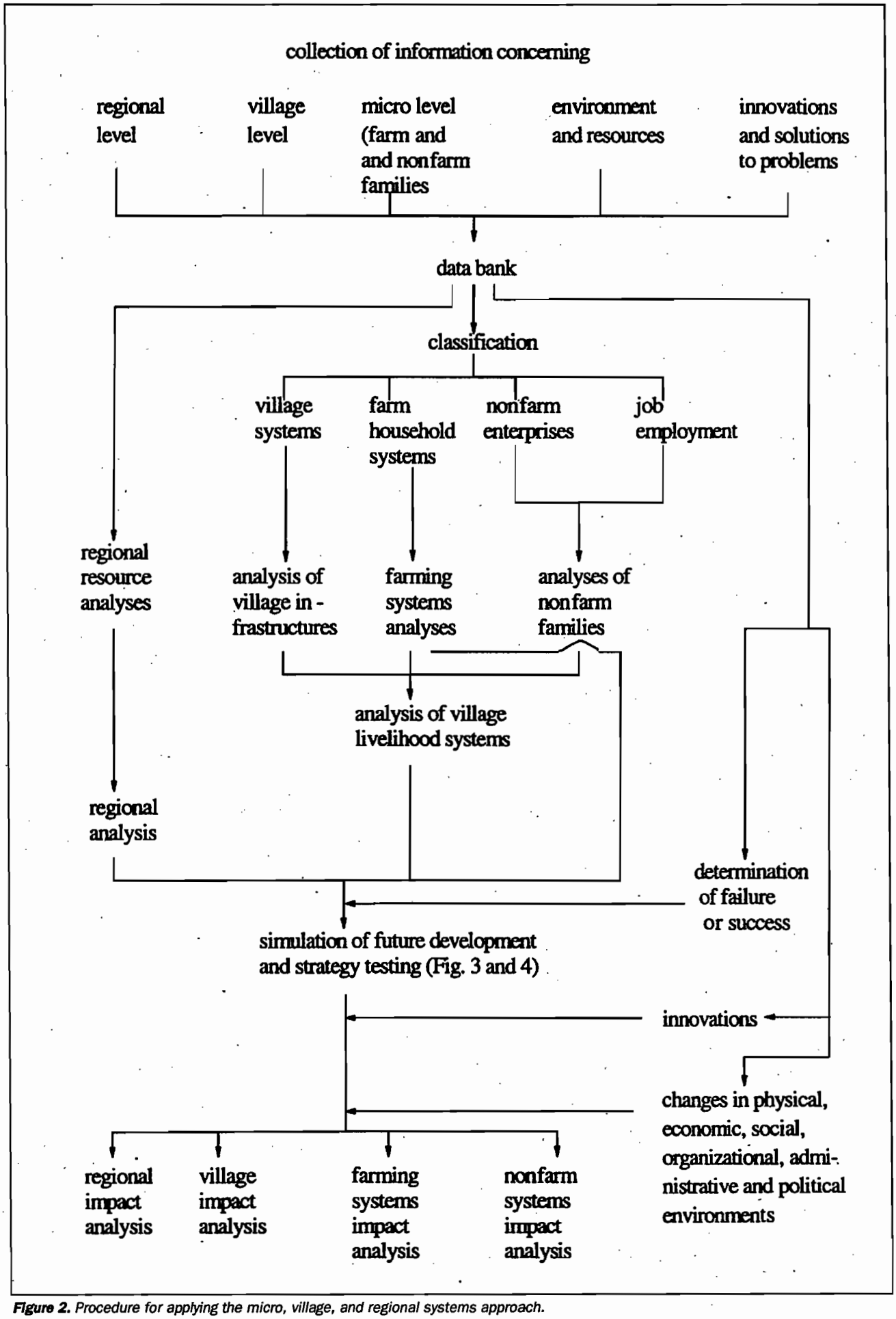


Figure 2. *Procedure for applying the micro, village, and regional systems approach.*

The subsequent period t_{i+1} requires the application of a micro or family model, followed by a village livelihood model for period t_{i+1}; the process is repeated for ensuing periods (Figure 3).

Regional model for rural areas

The regional model comprises all villages in the defined region, and region-specific resources and activities. In rural areas it may be dominated by farming systems, but includes nonfarm activities. The main characteristics of the regional model (Figure 4) are :

- Classification of micro systems or families as described for the micro system/family model at village or any other level of subregion or region.
- Definition of village or subregional models as described for the village livelihood model.
- Definition of regional transfer activities, regional markets and infrastructure, and external relations.

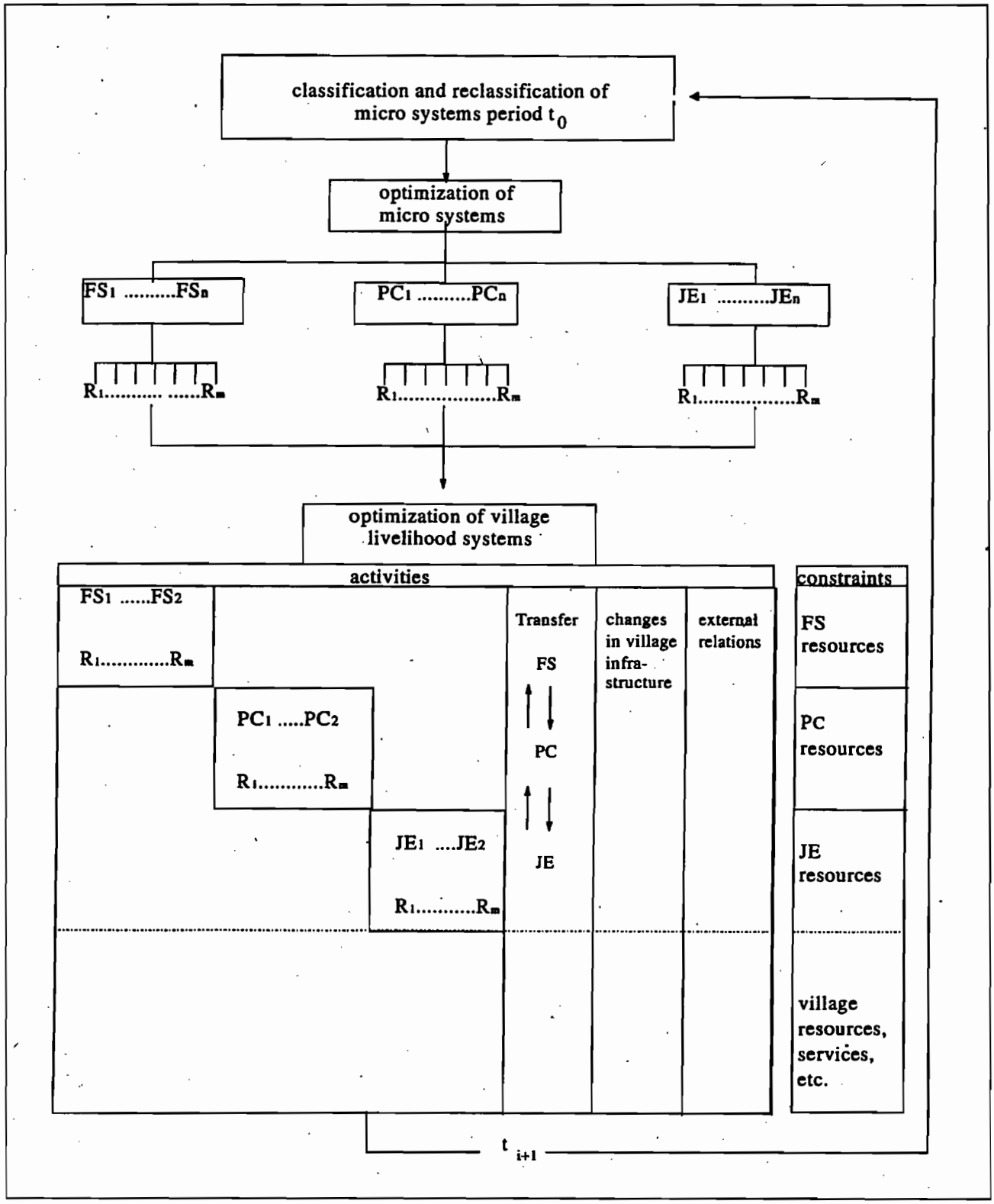


Figure 3. *Concept of a dynamic village livelihood model.*

– Objective : to optimize income of all families in the region depending on a family's individual resource availability, village resources, constraints and minimization of the cost of village services and regional resources, constraints and minimization of the costs of regional services.

– Purpose 1 : determination of structural change, especially the mobility between micro systems and villages or sub-regions, for example, transfer from farming to private enterprise or employment (mobility of land, labor, and capital at regional level).

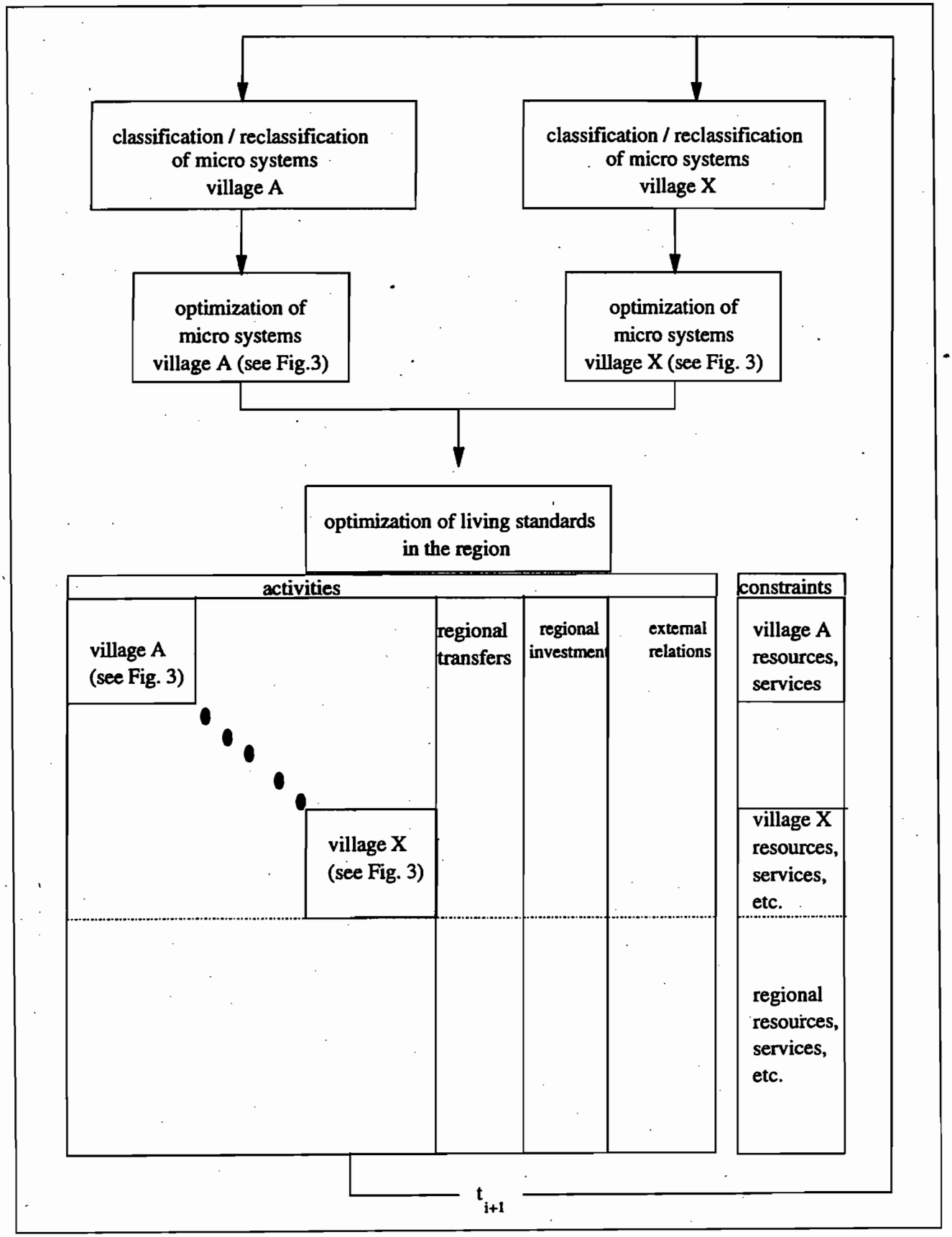


Figure 4. Concept of a dynamic regional model.

- Purpose 2 : determination of the sustainable use of micro level, village and regional resources depending on decision making at all three levels.
- Purpose 3 : measuring the impact of changes in regional resources, infrastructure (physical, economic, social, administrative, and cultural), and activities, and in policy, and extension and research strategies.

As in the case of the dynamic village livelihood model, the optimum solution of the regional model in period t_i will lead to changed conditions for micro and village level decisions in subsequent periods. A reclassification may be needed to provide the basis for micro-level optimization in the village models. Micro and village models adjust to the new conditions and provide the basis for the regional model in period t_{i+1}. Algorithms such as linear or quadratic programming may be used. The model may be deterministic or discrete-stochastic, or a simulation (eg, Monte Carlo type).

The results of the application of such a dynamic (recursively linked) regional model are :

- long-term development of farming and nonfarming systems at family level (micro level), including sustainability of family income and resource use depending on village and regional constraints (related to decisions at village and regional levels) ;
- long-term development of village livelihood systems, including sustainability of living standards and resource use in the village, depending on individual family decisions and regional constraints ;
- long-term development of regions for income and resource use, depending on a multistage decision making process (individual families, villages, regions) based on scarcity and marginal returns to activities at these levels.

Conclusion

The models serve as a tool for impact analyses that compare possible development with and without changes. These changes may result from alternative policies, extension strategies, research concepts, and behavior of the decision-maker.

They can be used for implementation of regional strategies and concepts. Implementation of regional concepts needs integration of the micro level (agriculturists, livestock owners, traders, moneylenders, landlords, water lords, extension staff, etc), village level (village council, sheikhs, priests, chiefs, etc), and regional level (regional government, regional services, large companies, etc). Such an integration implies acceptance of the concept and its effects. This often needs compromises. The consequences of such compromises (eg, benefit foregone) can be quantified and presented by means of these models. The results of such regional models can be charted (eg, by means of the geographic information system) ; this approach is useful for negotiation with practitioners at all levels.

References

Cocklin C, Lanergran S, Smith B. 1988. Assessing conflicts in the use of rural resources : an analytical framework. Journal of Rural Studies 4 (1) :9 —20.

Dent JB, McGregor MJ. 1993. A systems approach to conflict resolution in rural resource management. Paper presented at the First European Convention of Farming Systems Research and Extension, Edinburgh, Scotland.

Doppler W. 1994. Farming systems and rural development - concepts and methods. Kiel, Germany : Wissenschaftsverlag Vauk.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 1992. Applying a farming systems perspective to agricultural development. A trainers' handbook. Rome, Italy : FAO.

März U. 1990. Farm classification and impact analysis of mixed farming systems in Northern Syria. *In* Farming systems and resource economics in the tropics (Doppler W, ed.). Volume 7. Kiel, Germany.

McGregor MJ, Dent J. 1993. An application of lexicographic goal programming to resolve the allocation of water from the Rakaia River (New Zealand). Agricultural Systems 41 (3) :349 —367.

Wightman WR. 1990. Farming systems and water management in an alfisol watershed in the semi-arid tropics of southern India. *In* Farming systems in the tropics and subtropics (Doppler W, ed.). Volume 6. Kiel, Germany. 251 pp.

Captura de información dinámica : comparación del seguimiento dinámico quincenal y entrevista semiestructurada en profundidad

Ramírez Eduardo ; Martínez Hugo ; Mora Luis
Grupo de Investigaciones Agrarias (GIA), Casilla Postal #332, Correo 22, Santiago, Chile

Resumen

El Grupo de Investigaciones Agrarias (GIA), desarrolla el proyecto "Metodologías de caracterización, diseño y evaluación de impacto ambiental de sistemas de producción campesinos" en la Provincia de Ñuble, VIII región de Chile. El diseño de alternativas es el momento en el cual se hace uso de la información obtenida en la etapa de diagnóstico de los sistemas, siendo la calidad y oportunidad de acceso a dicha información un elemento clave. El costo y tiempo necesario para contar con la información de diagnóstico imposibilita en la práctica la masificación de estos instrumentos metodológicos. En una investigación realizada por el GIA, el seguimiento dinámico tuvo un costo aproximado de US $ 800/año en un seguimiento de frecuencia quincenal y un tiempo entre inicio del seguimiento y entrega de resultados de 15 meses. El trabajo explora la posibilidad de recurrir a información de caracterización en forma rápida, tratando de mantener un buen nivel de confiabilidad en los datos. Para ello se hace uso del análisis en profundidad por medio de un método de aproximaciones sucesivas, de lo general a lo particular y del mínimo al máximo detalle, a través de entrevistas semiestructuradas en profundidad.

Résumé

La collecte dynamique d'information : comparaison du suivi dynamique bimensuel et de l'entretien approfondi semi-directif

*Un projet, intitulé "méthodologies de caractérisation, conception et évaluation de l'impact des systèmes de production paysans sur l'environnement" est actuellement mené par le GIA (*Grupo de Investigaciones Agrarias, *groupe de recherches agraires) dans la province de Ñuble, au Chili. C'est lors de la conception de solutions que l'on utilise les informations recueillies au moment du diagnostic des systèmes, la qualité de ces informations et la possibilité d'y accéder constituant alors un facteur déterminant ; dans la pratique, le coût et le temps requis pour disposer des informations issues du diagnostic rendent impossible la diffusion à grande échelle de ces outils méthodologiques. Lors d'une recherche menée par le GIA, le coût du suivi dynamique a été de l'ordre de 800 US$/an pour une fréquence bimensuelle et une durée de 15 mois entre le début de l'opération et l'obtention des résultats. Les auteurs étudient la possibilité d'utiliser rapidement les informations liées à la caractérisation, sans pour autant nuire à la fiabilité des données. Ils ont recours, pour ce faire, à l'analyse approfondie par approximations successives, allant du général au particulier, et du détail minimum au détail maximum, à partir d'entretiens approfondis semi-directifs.*

Abstract

Dynamic Data Collection: Comparison of Bimonthly Monitoring and In-Depth Preset and Open-Ended Interviews

The agricultural research group Grupo de Investigaciones Agrarias (GIA) is conducting a project on methodologies for the identification, programming, and evaluation of the impact of farming systems on the environment in Ñuble province, in Chile. Alternative solutions are based on information collected during diagnostic phase of systems analysis. Consequently, the accessibility of the information, and its quality are key elements in the project. In practice, the cost and time involved in accessing the information prevent wide scale use of these methodological tools. In the GIA study, the cost of monitoring—two interventions per month for a period of 15 months from the beginning of the study to results being obtained—was approximately US$800 per annum. The study examines the possibility of acquiring information rapidly, while maintaining a high level of data reliability. To achieve this, in-depth analyses were undertaken using a method of successive estimations (from the general to the specific context, and from minimum to maximum detail) based on information supplied through partially structured in-depth open-ended interviews.

Introducción

El Grupo de Investigaciones Agrarias (GIA), se encuentra implementando un proyecto denominado "Metodologías de caracterización, diseño y evaluación de impacto ambiental de sistemas de producción campesinos" en la Provincia de Ñuble, VIII región de Chile. El objetivo principal es desarrollar, adoptar y validar metodologías de investigación que orienten la generación y transferencia de alternativas tecnológicas, que sean coherentes con los objetivos y las circunstancias de la agricultura chilena.

Las actividades de este proyecto se centran en el ámbito de los sistemas de producción, donde se realiza una investigación basada en el esquema metodológico presentado por Berdegué y Escobar (1990) y que responde en términos generales al método de Investigación de Sistemas de Producción (Farming System Research).

Una de las fases más importantes en el esquema de investigación en sistemas de producción corresponde al diseño de alternativas de producción, en donde se plantean las estrategias de corto, mediano y largo plazo sugeridas para la intervención y modificación del funcionamiento y/o la estructura de un tipo de sistema de producción. Es, por tanto, el momento en el cual se hace uso de la información obtenida en la etapa de diagnóstico de los sistemas de producción, siendo la calidad y oportunidad de acceso a dicha información de mucha importancia, cualquiera sea la técnica de diseño de alternativas tecnológicas.

Un cuello de botella que limita en muchos proyectos la aplicación de la metodología del FSR, es el costo y la oportunidad de acceso a la información de diagnóstico de sistemas productivos, lo que imposibilita, en la práctica, la masificación de estos instrumentos metodológicos.

En un proyecto de investigación metodológica, realizado por el GIA en la Provincia de Ñuble con fines de exploración y de validación de instrumentos que permitieran la aplicación de la metodologia del FSR, tuvo un costo aproximado de US $ 800 la encuesta dinámica, con una frecuencia quincenal, y un tiempo de recolección de información y análisis de alrededor de 15 meses. Ésto significa, aplicar las conclusiones de dichos resultados a fines del segundo año de intervención, y principalmente en el tercer año del proyecto. Se muestra así la evidencia empírica de la dificultad de proponer y aplicar este tipo de instrumental de tan elevado costo.

En relación al presupuesto necesario para efectuar una encuesta dinámica, en el mismo proyecto se exploró la posibilidad de realizar la recolección de la información con variaciones en la frecuencia de registro, según el ritmo de las actividades prediales. El resultado de dicha experiencia indica que el costo disminuye alrededor de un 30 % (Ramírez *et al*, 1992), sin un impacto negativo en la calidad de la información recolectada. Sin embargo, el desfase entre el inicio de un proyecto de intervención tecnológica y el momento en que se contaría con la información de caracterización dinámica para la planificación de las estrategias de intervención, continúa siendo un elemento que limita drásticamente el uso de esta metodología en proyectos de desarrollo de tecnología con horizontes definidos, que la mayoría de las veces no superan los cuatro anos de actividad.

El presente trabajo explora la posibilidad de recurrir a información de caracterización de sistemas de producción en forma rápida, pero tratando de mantener un buen nivel de confiabilidad en los datos recolectados. Para ello se hace uso del análisis en profundidad por medio de un método de aproximaciones sucesivas, de lo general a lo particular y del mínimo al máximo detalle, a través de entrevistas semiestructuradas y análisis cartografico y gráfico.

Por medio de la aplicación de dicha técnica se piensan superar dos grandes dificultades que, a nuestro juicio, presenta el esquema metodológico de Farming Systems Research : el alto costo de la encuesta dinámica en la fase de caracterización ; y el desfase entre el inicio de actividades del proyecto y el momento en el cual se cuenta con la información del seguimiento dinámico.

Material y método

Para la obtención de información de caracterización, se trabajó sobre tres tipos de sistemas de producción definidos anteriormente por el GIA (Berdegué *et al*, 1990). La determinación de dichos tipos se realizó a través de la aplicación de técnicas de análisis multivariado (análisis de conglomerados, análisis de componentes principales y análisis discriminante) a los datos de una encuesta estática de muestra representativa. Se encontraron ocho grupos o tipos de sistemas de producción campesinos. En este trabajo se presenta el análisis realizado sobre tres de ellos, (tipos 4, 5 y 6).

Estos tipos son descritos de la siguiente manera (Berdegué *et al*, 1990) :

- Tipo 4. Minifundio, con un componente complementario de mediería, orientado principalmente al autoconsumo, aunque genera ventas que representan la mitad del ingreso monetario del productor. Una cuarta parte de la producción se realiza en tierras tomadas en medias, aunque los campesinos globalmente sólo cultivan la mitad de la tierra de sus explotaciones. La estructura del sistema se basa en la rotación fréjol-trigo-pradera natural, logrando en el trigo rendimientos mínimos aceptables, producto de un cierto grado de incorporación de tecnología. Este grupo reune el 22 % de las explotaciones clasificadas ;
- Tipo 5. Dueños de sitios de vivienda (0,5 ha.) que toman tierras en medias y con éstas conforman una explotación agrícola mínima. El sistema de producción de los agricultores de este grupo aprovecha al máximo la superficie arable, basándose en los cultivos anuales de trigo, poroto y lenteja. Los sistemas se orientan preferentemente al consumo en la finca, aunque más de la mitad de los ingresos de la explotación provienen de ventas tanto agrícolas como pecuarias. No obstante el pequeño tamaño de los predios y considerando que no son propietarios de la tierra, los agricultores logran generar un ingreso bruto total en dinero que no es bajo. Están presentes en las zonas de riego y, principalmente, en la zona arrocera. En este grupo se encuentra el 10 % de los predios clasificados ;
- Tipo 6. Medianos productores de las zonas de suelos Arrayan que, con base en un sistema trigo-remolacha-pradera, generan ingresos bastante altos. Totalmente orien-

tados al mercado, tienen de moderados a buenos rendimientos tanto en fréjol, como en trigo y un aceptable nivel de tecnificación en cereales. Representan el 15 % de las explotaciones clasificadas.

Para cada uno de estos tipos de interés para el proyecto, se seleccionaron entre 4 y 5 predios ubicados geográficamente en una micro-región de la Provincia de Ñuble, los que constituyen la Red de Predios de Investigación.

Una vez seleccionados los casos, se procedió a la recolección de la información, a través de una serie de visitas al predio (entre 4 y 8), en las cuales se entrevistaron tanto al jefe de hogar como a los otros miembros de la familia. La técnica usada consistió en definir cinco pasos que se desarrollan en forma secuencial y que parten de lo más general a lo particular, del máximo al mínimo detalle, ellos son :

- Definición de la dotación de recursos, a modo de inventario inicial del predio, determinación del sistema de cultivos de la temporada precedente, y descripción de la estructura social de la unidad familiar ;
- Definición de la estructura del sistema, determinando subsistemas y componentes dentro de cada uno de ellos ;
- Determinación de los itinerarios técnicos, ordenados por fase y periodo quincenal, valorando el tiempo que se requiere en cada labor, tanto de mano de obra familiar y contratada (dividiendo estos requerimientos por género), los implementos usados, los insumos requeridos y su costo. En general, todos los elementos, tanto de materia, energía e información que concurren en el proceso productivo de cada uno de los componentes definidos en la fase anterior ;
- Resultado del proceso de producción y destino final de la producción, valorando el autoconsumo y venta, definiendo las cadenas de comercialización más comunes y las fechas de transacción de cada uno de los productos, así como los precios obtenidos ;
- Interacciones del sistema con los elementos externos al mismo, tales como mercados de insumos y productos ; mercado de mano de obra, tanto de contratación como de venta de fuerza de trabajo ; mercado de tierras ; relación con el Estado a través de pensiones, subsidios, asistencia técnica, créditos, etc ; mercado de maquinarias ; relación con otras fuentes de crédito y asistencia técnica como ONG's ; convenios y/o transacciones con agroindustrias ; etc.

La información así recolectada se fue ordenando en flujos de Hart. La idea es lograr la reconstitución del sistema a medida que se desarrollan las entrevistas. Se considera que el hecho de reconstituir componentes y flujos del sistema obliga al profesional encargado del seguimiento a una exploración profunda de la dinámica del predio, orientando de esta forma los sucesivos contactos del técnico con el campesino, ayudando a reforzar y enriquecer las siguientes entrevistas, y a mejorar la calidad de la información que se ha ido recolectando en los anteriores contactos.

La reconstitución del sistema se realiza en perspectiva futura ; ésto implica obligar al campesino a explicitar el plan de producción del año, y a correlacionar la experiencia pasada con lo que se realizará durante el siguiente año. El realizar el trabajo de esta forma trae consigo el beneficio de proporcionar información que servirá para el diseño de una intervención de corto y mediano plazo, en un periodo relativamente corto.

Paralelamente a ello se inició, con esta misma red de predios, un seguimiento dinámico de actividades con una frecuencia quincenal, siendo usadas las técnicas de captura y ordenamiento de la información ya validadas por un anterior proyecto de investigación del GIA. Se considera que esta información sería la de mayor calidad y confiabilidad posibles de obtener, para la elaboración de los diagnósticos prediales.

Una vez concluida la fase de captura de la información de terreno, se procedió a ordenarla en una base de datos y a su posterior análisis. Luego, esta información se presenta en tablas, gráficos y modelos de flujos de Hart, ya elaborados en la fase de captura de información, fichas técnicas de cada uno de los componentes del sistema, generándose un reporte final de caracterización de cada uno de los tipos de sistema de producción estudiado.

Finalmente, se realizaron comparaciones entre las dos formas de recolección de la información, en el siguiente item : calidad de la información, a través de comparación de las varianzas entre los tratamientos para diferentes actividades y resultados del sistema de producción. Las hipótesis de trabajo son : 1) no existen diferencias estadísticamente significativas entre la calidad de la información capturada a través del seguimiento dinámico quincenal, y la entrevista semiestructurada en profundidad, y 2) no existe interacción entre el tipo de sistema de producción y la técnica de captura de la información.

Discusión de resultados

Calidad de la información

Para la comparación de la calidad de información obtenida en el diagnóstico, se trabajará con los datos de definición de la estructura de cultivos e información sobre preparación de suelos. La razón es que esta investigación se encuentra en plena ejecución de levantamiento de la información dinámica quincenal.

La información obtenida acerca de la estructura agrícola de cada uno de los casos indica, en primer lugar, que en todos los tipos existe alguna variación entre la información captada a través de encuestas en profundidad y el seguimiento dinámico. Sin embargo, la magnitud de dicha diferencia, tanto en superficie finalmente sembrada, como en cantidad de componentes que experimentan los cambios señalados, es diferente para cada uno de los tipos. Así es como, en el tipo 4, tres casos de cuatro repeticiones experimentan diferencias en la información, siendo en uno de ellos muy elevada (38 % de variación en la superficie total) experimentando cambio en tres de seis componentes del subsistema agrícola. Mientras que en el tipo 5 las cuatro repeticiones presentan variación en la superficie final cultivada y diferencias entre uno y tres de los componentes del subsistema agrícola.

Finalmente, el tipo 6 presenta variaciones en dos de las cuatro repeticiones, con diferencias entre un 10 % y un 13 %.

En resumen, podemos establecer que desde el punto de vista de la determinación de la estructura, se producen dife-

rencias de magnitud entre una y otra técnica de recolección de información, en el sentido que la planificación que se establece a inicios de la campaña agrícola (encuesta en profundidad) respecto a la asignación real (seguimiento dinámico quincenal) presentan diferencias. Se encontraron tres casos en que aparecían componentes del subsistema agrícola que no se mencionaban como parte de la estructura posible en la entrevista en profundidad. De estos cuatro casos, dos se presentan en el tipo 4 y sólo uno en el tipo 5, al contrario de los supuestos de la investigación, en los cuales se establecía como posible fuente de error el grado de variación en la estructura de cultivos en el tipo 5, ya que se trata de campesinos que no poseen tierras y que, por tanto, sus decisiones de siembra dependen del acceso a dicho recurso a través de contratos de mediería, lo que involucra decisiones de terceros sobre el "qué" y "cuánto" cultivar.

Este último hecho tiene dos fuentes de explicación : la primera es que los medieros, tipo 5 en la clasificación de Berdegué *et al* (1990), son agricultores que establecen compromisos informales de medierías por más de una temporada ; siendo éste un elemento de seguridad por el cual el mediero puede realizar planificaciones de mediano plazo. Es sabido que mientras más exitoso sea el mediero, mayor capacidad de negociación y de seguridad en el acceso a la tierra posee (Durán, 1985). La segunda explicación que se le asigna a este hecho es que el mediero, por el grado de inseguridad en el acceso a la tierra, es de los primeros en planificar sus actividades del año, siendo por tanto gran parte de los compromisos establecidos a inicios de la temporada agrícola. Al momento de realizar la encuesta en profundidad, este tipo de agricultor presentó mayor grado de planificación de las actividades del año que los minifundistas descritos en el tipo 4. Por tanto, se puede establecer que en el tipo 5, se logra una adecuada información en la encuesta en profundidad en cuanto a los componentes que serán parte del subsistema agrícola, no así de la superficie final que tendrá cada uno de estos componentes.

En el tipo 4, un agricultor con propiedad sobre la superficie a cultivar, presenta mayores variaciones en cuanto a los cambios en la estructura entre lo que se planificó al inicio del año y lo que realmente ocurrió. Así es como en dos casos del seguimiento dinámico, aparecen componentes del subsistema agrícola que no se habían contemplado a inicios del año, y en tres de los cuatro casos, variaciones de magnitud en uno o más componentes del subsistema de cultivos. La hipótesis inicial indicaba que en este tipo de agricultores, se produciría este fenómeno, dado el hecho que si bien son campesinos que tienen un relativo acceso a la tierra, ya que generalmente la superficie cultivada es propia, no logran realizar una planificación de las actividades del año, debido a las restricciones de capital, disponibilidad y competencia de la mano de obra. Ésto conlleva a que este tipo de agricultores asegure la siembra de trigo, que es básicamente de autoconsumo, y luego, según sea la disponibilidad de dinero y de mano de obra, aumente la superficie de siembra planeada a principios de la temporada, o bien introduzca componentes dentro del subsistema agrícola, que no se habían planificado y que representan un cierto grado de riesgo en relación al éxito agronómico y económico del cultivo, pero que, sin embargo, tienen una buena expectativa económica para el agricultor.

Desde el punto de vista de la superficie total cultivada por cada uno de los casos representativos de los tres tipos de sistemas de producción seleccionadas, no se aprecian diferencias estadísticamente representativas.

No existen diferencias estadísticamente significativas, en la variable superficie cultivada, entre las dos técnicas de captura de información para los tres tipos estudiados, con una probabilidad del 90 %. Por tanto, se acepta la hipótesis inicial que en los tipos 4, 5 y 6 existiría una planificación a inicios de la temporada, la cual se respetaría en el momento de la toma de decisiones de los distintos agricultores.

Al comparar el tiempo requerido para la preparación de suelos y siembra se comprueba que no existen diferencias estadísticamente significativas entre ambas formas de recolección de información. Comprobándose la hipótesis inicial que no importando el tipo de sistema de producción que estemos analizando, existiría una relativa certeza en cuanto a las necesidades de mano de obra que se requieren para cada una de las fases, y cada uno de los cultivos. Esta hipótesis se basa en que dada la relativa continuidad en el tiempo de técnicas y cultivos realizados por los campesinos, éstos pueden establecer parámetros que se repiten en el tiempo, y que por tanto pueden formar parte de información en el momento de la planificación de las actividades del año.

Desde el punto de vista del capital monetario invertido en el cultivo del trigo, se confirma la hipótesis que en los sistemas de producción tipo 6, la planificación del gasto monetario se realiza a inicios de la temporada. Plan que se respeta en el momento de hacer efectiva la decisión. Por otro lado, el tipo 4 no presenta diferencias estadísticamente significativas entre lo que se planificó a inicios de la temporada y lo que efectivamente se realizó ; aceptando la hipótesis inicial que no existirían diferencias entre lo que se planifica a inicios de la temporada (encuesta en profundidad) y lo que efectivamente ocurre (seguimiento dinámico).

Finalmente, se rechaza la hipótesis planteada para el tipo 5 en donde se establece que existen diferencias estadísticamente significativas entre una y otra forma de recolección de la información. Las posibles explicaciones de dicho fenómeno, las podemos encontrar en dos elementos : a) difícil acceso a crédito. En efecto, al ser campesinos sin tierra, sus posibilidades de acceder a créditos son menores que en los otros tipos ; b) el capital que ellos invierten debe estar ligado a la disponibilidad del campesino que cede sus tierras en media, ya que éste debe aportar la mitad de los gastos en dinero y en semilla. Ésto aumenta los niveles de incertidumbre en la disponibilidad real de dinero para el cultivo, lo que se refleja en las diferencias entre lo que se planificó y lo que realmente ocurrió en el cultivo del trigo.

Conclusiones

Faltando parte de la información necesaria, pues se encuentra en proceso de recolección en terreno y de analisis, para llegar a conclusiones más generales podemos adelantar los siguientes resultados en base a lo anteriormente expuesto :

- El uso de información de caracterización lograda a través de la técnica de entrevistas semiestructuradas en profun-

didad, soluciona dos grandes problemas existentes en la metodología de FSR : a) el alto costo que implica la fase de caracterización por medio de la encuesta dinamica, y b) el desfase entre la fecha de inicio de un proyecto de intervención tecnológica, y el momento en que se cuenta con un diseño de intervención que contemple el análisis de la información dinámica ;

- La información captada a través de la técnica de entrevistas semiestructuradas en profundidad, en los tres tipos de sistemas de producción estudiados, es de igual calidad que la recolectada a través del seguimiento dinámico quincenal para las variables superficie sembrada y horas de trabajo por hectárea en la fase de preparación de suelos y siembra. Es decir que para estas variables se acepta la primera hipótesis ;
- Para la variable capital monetario en el cultivo del trigo, se rechaza la primera hipótesis, puesto que en el tipo 5 existieron diferencias estadísticamente significativas entre la información obtenida por la entrevista semiestructurada en profundidad y el seguimiento dinámico quincenal. Mientras que para los tipos 4 y 6 se acepta dicha hipótesis, ya que no se presentaron diferencias entre ambos métodos.
- La segunda hipótesis, en el supuesto que no existiría interacción entre el tipo de sistema de producción y la calidad de la información, se acepta para las variables de superficie y de mano de obra en la preparación y siembra de los cultivos de trigo y papa. Mientras que se rechaza para la variable costo monetario en el cultivo del trigo.

Referencias bibliográficas

Berdegué J., Sotomayor O., Zilleruelo C., 1990. "Metodología de tipificación y clasificación de sistemas de producción campesinos de la Provincia de Ñuble, Chile". En : Escobar G., Berdegué J. (Eds.). Tipificación de sistemas de producción agricolas. RIMISP/GIA, Santiago, Chile.

Berdegué J., Ramírez E., Cazanga R., Mora L., 1990. "Segundo Informe técnico anual : Proyecto Metodologías de investigación en sistemas de producción campesina". GIA, Santiago, Chile.

Durán E., 1985. La mediería de tierras en una localidad de Ñuble. GIA, documento de trabajo N° 24. Santiago, Chile.

Ramírez E., Cazanga R., Mora L., 1992. "Tercer informe técnico anual : Proyecto Metodologías de investigación en sistemas de producción campesina". GIA, Santiago, Chile.

Interdisciplinarité et quiproquos : témoignage à plusieurs voix

Gastellu Jean-Marc[1] ; Germain Nicolas[2] ; Hervé Dominique[2] ; Malpartida Efraín[3]

[1]ORSTOM, BP 5045, 34032 Montpellier Cedex 1, France

[2]ORSTOM, CP 9214, 0095 La Paz, Bolivie

[3]UNALM, Lider Proyecto PAEC, Apartado 456, La Molina, Lima, Pérou

Résumé

Un programme de recherche sur les systèmes de production dans les Andes du Pérou a été l'occasion de prendre conscience de quiproquos qui se manifestent dans les termes et dans la façon de concevoir une recherche. Comme le souligne notre témoignage, ces quiproquos trouvent leur source dans des divisions entre sensibilités individuelles, entre écoles, entre disciplines, entre groupes de disciplines. Pour y mettre fin, quelques précautions doivent être respectées : l'interdisciplinarité ne s'impose pas ; elle se construit et se modifie.

Mots clés

Système de production, interdisciplinarité, méthode, techniques d'enquête, approche systémique, Mantaro, Andes, Pérou.

Abstract

Interdisciplinarity and Misunderstandings : Varied Accounts.

An interdisciplinary study of farming systems in the Peruvian highlands revealed a number of the misunderstandings inherent to research programs. Difficulties arising between agronomists and social scientists in the use of certain terms and in implementation of the survey were attributed to differences between individuals, schools of thought, disciplines, and groups of disciplines. Various measures are required to prevent such misunderstandings. Interdisciplinarity cannot be imposed—it must be shaped and adapted.

Introduction

En 1987, un programme de recherche sur les systèmes de production dans la vallée interandine du Mantaro, à l'est de Lima au Pérou, associait des enseignants et des chercheurs de l'Université nationale agraire La Molina (UNALM) et de l'Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération (ORSTOM). Notre équipe était originale à plus d'un titre. Elle assemblait deux groupes de disciplines : les sciences agronomiques et les sciences sociales. Un des résultats attendus de cette recherche, à l'UNALM, était la création d'un institut des systèmes agraires qui aurait été indépendant des différentes facultés, ce qui aurait été novateur dans l'université péruvienne. Par ailleurs, cette équipe regroupait des participants provenant de deux organismes différents et aux statuts différents, ce qui augmentait les difficultés. La disparité des moyens de travail créait une inégalité.

Le programme collectif s'intitulait Systèmes de culture, systèmes de production et systèmes agraires dans la vallée du Mantaro. En juin 1988, l'enquête de terrain fut abandonnée pour des raisons de sécurité, juste à l'achèvement de la phase de préparation. Cependant, des activités étaient maintenues à Lima, comme l'organisation de trois colloques sur les systèmes de production (Malpartida et Poupon, 1988 ; Eresue *et al.*, 1990) et la publication du *Boletín Sistemas Agrarios*. Ce dernier avait l'originalité de présenter à la fois des traductions d'articles d'auteurs francophones sur les systèmes de production et des contributions de jeunes chercheurs péruviens. Malgré une faible pratique de terrain, ce programme a été fructueux. En particulier, de nombreux débats, parfois âpres, nous ont permis de progresser collectivement dans la compréhension de ce que devait être une recherche interdisciplinaire.

Notre communication se veut un témoignage de ces débats, car plusieurs notes furent rédigées à l'époque, qui en rendaient compte. L'idéal aurait été de procéder à un collationnement de ces textes, ce qui en aurait fait ressortir les oppositions. Mais notre démonstration aurait perdu en cohérence. Notre contribution est à plusieurs voix en ce sens que nous situons chaque opinion par rapport à l'appartenance disciplinaire de celui qui l'exprime. Il ne s'agit pas d'une synthèse, mais du rapprochement de points de vue qui restent divergents.

L'adoption d'un langage commun n'a pu empêcher, dans notre équipe, l'apparition de quiproquos dans les termes et

sur les modalités d'une recherche de terrain. L'origine de ces quiproquos doit être cherchée au-delà de la division en disciplines et groupes de disciplines. A partir de ce diagnostic, nous élaborons quelques recommandations pour aider à progresser dans l'interdisciplinarité. Cette réflexion se lie étroitement à une discussion de la notion de système de production.

Des quiproquos

D'emblée, nous avions adopté le langage systémique pour faciliter la communication. Outre le fait que tous n'étaient pas initiés au même degré à l'approche systémique, nous nous sommes aperçus, peu à peu, que des quiproquos subsistaient aussi bien dans l'usage de certains termes que dans les modalités de mise en œuvre du programme.

Des quiproquos sur les termes

Un quiproquo est une distorsion entre le contenu apparent d'un mot et la définition précise qui lui est attribuée par une discipline scientifique. Il conduit à des méprises implicites au cours des discussions.

La notion de système de production a été le quiproquo majeur de nos débats. Quelques économistes entendaient le système de production comme une combinaison de facteurs de production, alors que des agronomes mettaient davantage l'accent sur les interrelations entre éléments qui composent un système. Si l'on retient une définition qui s'appuie sur les facteurs de production, la liste n'est pas la même d'un groupe de disciplines à un autre. Des agronomes y englobent l'eau et le soleil, alors que les économistes se limitent à la terre, au travail, au capital, aux consommations intermédiaires, outils qu'ils maîtrisent. Chacun de ces éléments renvoie à de nouvelles ambiguïtés. La terre, par exemple, est perçue par les agronomes comme une surface qui reçoit des rayonnements alors que des chercheurs en sciences sociales y verront un bien foncier. De même, le travail sera plutôt abordé à partir des actes techniques de production par les premiers, tandis que les seconds le concevront davantage comme une totalité de prestations à l'échelon du groupe domestique. Est-on sûr de désigner le même objet avec les mêmes termes ? Derrière ces définitions divergentes, ce sont les conceptions d'une enquête de terrain qui diffèrent, en particulier les échelons d'observation à privilégier. La proposition a été faite d'un lexique qui aurait fixé les différentes acceptions d'un même terme. Mais chaque spécialiste, par une pente toute légitime, continuera à faire référence, de façon implicite, à la définition qu'il entend le mieux. On retrouve les mêmes dérives avec des mots comme système de culture et systèmes agraires, affectés d'une pluralité de définitions.

Un autre type de quiproquo naît quand un terme existe dans une discipline sans avoir d'équivalent dans une autre. Les termes d'itinéraires techniques et de pratiques culturales, bien définis par des agronomes, ne sont perçus que de façon intuitive par des chercheurs en sciences sociales. De même, quand ces derniers parlent d'une approche globale, ils font allusion à tout un courant qui puise ses sources dans Marcel Mauss et le phénomène social total, sans transmettre bien toute la substance qui entoure ce concept. Tous ces malentendus pèsent sur l'organisation pratique d'une enquête.

Des quiproquos sur les modalités

Un débat important a partagé notre équipe sur les modalités du programme de recherche. Un groupe d'agronomes proposait de procéder par clé, par porte d'entrée, ce qui était le moyen de prendre contact avec les agriculteurs, d'établir un dialogue. Ces clés n'étaient qu'une étape dans une étude qui devait s'élargir à l'ensemble d'un système de production. Des exemples de ces portes d'entrée étaient donnés pour le Mantaro : le lait, le maïs, l'irrigation, la mécanisation (Germain, 1989). Cette démarche était perçue comme techniciste par le groupe des chercheurs en sciences sociales qui se demandaient pourquoi telle question plutôt que telle autre était posée, quels critères avaient permis de la sélectionner, etc. A leur tour, ils proposaient qu'une problématique soit commune à l'ensemble de l'équipe. Mais cette problématique collective était interprétée par des agronomes comme la fondation d'une hiérarchie entre les disciplines, et donc comme la domination de certaines par rapport aux autres : "*Un énoncé préalable englobant s'oppose de fait à la recherche d'articulations entre disciplines.*" (Germain et Hervé, 1989a).

Cependant, au fil des discussions, nous avons dépassé cette opposition pour arriver à une position médiane. La problématique commune cédait le pas à un cadre théorique appelé Étude des transformations de l'agriculture dans le Mantaro. L'échelon de l'unité de production a été choisi comme lieu de convergence pour les deux groupes de disciplines. Cette position n'a pas entièrement gommé les oppositions initiales, alors que d'autres équipes réussissaient à associer problématique et approche par les portes d'entrée (Serpantié *et al.*, 1989).

A ce débat se rattachent d'autres échanges, qui traduisent tout autant des conceptions implicites et divergentes des systèmes de production et de l'interdisciplinarité. La recherche en station expérimentale est indispensable pour les agronomes et zootechniciens, qui élaborent des références techniques nécessaires à une comparaison avec des situations paysannes (Germain et Hervé, 1989b). Pour des chercheurs en sciences sociales, l'implantation ne pouvait se faire que dans des communautés paysannes de la vallée du Mantaro.

Il en allait de même pour la finalité de nos recherches. Pour le groupe des agronomes, le but est d'élaborer des recommandations techniques qui serviront à améliorer les systèmes de production (Germain et Hervé, 1989a). Rien de tel pour le groupe des sciences sociales, qui ne peut proposer que des analyses, prises ou non en considération par les instances responsables. Cette position, en apparence commode, l'était beaucoup moins à l'épreuve du terrain, car les habitants des communautés paysannes du Mantaro attendaient des retombées immédiates de notre étude. Les agronomes et zootechniciens, par leurs conseils, répondaient à cette attente, alors que les chercheurs en sciences sociales auraient, au mieux, dispensé quelques cours de comptabilité.

Enfin, la composition de l'équipe a prêté à discussion. Pour certains, l'équipe initiale, telle qu'elle avait été prévue dans la convention, devait être maintenue en l'état (Gastellu, 1989). Pour d'autres, cette équipe devait s'ouvrir à de nouveaux partenaires plus proches du terrain comme les enseignants de l'université de Huancayo, ou encore à des étudiants à former à la recherche par la recherche (Germain, 1989). Là encore apparaissaient des conceptions différentes de l'interdisciplinarité et de l'étude des systèmes de production.

La prise de conscience des pièges linguistiques et sémantiques, des quiproquos sur l'organisation d'une recherche interdisciplinaire est un acquis incontestable. Au fur et à mesure de nos réunions, nous nous acheminions vers des compromis. De plus, quand une tâche lourde et urgente, comme la préparation d'un colloque, survenait, les débats cédaient le pas à une coopération efficace. Nous nous sommes interrogés sur l'origine de ces quiproquos.

Des causes

Le but de l'interdisciplinarité est de "*tenter de faire se recouvrir, au moins partiellement, les cartes cognitives de différentes approches, de manière à en créer progressivement une nouvelle, commune à plusieurs disciplines*" (Couty, 1990).

Dans la vie quotidienne, on confond aisément une discipline et son représentant (Germain, 1989). Toutefois, si l'on veut s'interroger sur ce qu'est l'interdisciplinarité, sur les conditions de sa reproduction, il est nécessaire de dissocier les difficultés du travail en équipe des problèmes de l'interdisciplinarité. Celle-ci apparaît quand deux disciplines scientifiques sont en présence. Il est donc important de poser l'interdisciplinarité comme un problème scientifique à résoudre selon une démarche scientifique, ce qui, de façon paradoxale, ne semble pas toujours le cas dans le monde des chercheurs (Gastellu, 1992). Enfin, s'interroger sur l'interdisciplinarité amène à se demander en quoi consistent les disciplines scientifiques.

Disciplines et groupes de disciplines

La division actuelle en disciplines reproduit des clivages universitaires, c'est-à-dire une spécialisation en branches de savoir et d'enseignement. Elle fige des champs de recherche, alors que les évolutions contemporaines appellent sans cesse à des remises en question. Notre expérience au Pérou montre que les quiproquos majeurs, autour des notions de système de production ou des modalités de mise en œuvre d'un programme, sont survenus entre deux groupes de disciplines : les sciences agronomiques et les sciences sociales. Ces groupes diffèrent par leur perception de l'objet de recherche. Mais ils se distinguent aussi par les formations, les finalités, les problématiques, les méthodes, les techniques (Gastellu, 1989). D'un groupe de disciplines à un autre, ce sont toutes les dimensions qui changent, et non seulement l'objet de recherche. Chaque groupe de disciplines porte une vision du monde qu'il lui est difficile de communiquer à d'autres : il manque un socle commun (Plaza, 1990). La conséquence en est que les chercheurs d'un groupe de disciplines projettent sur un autre groupe leur manière de voir et s'imaginent que les autres agissent selon cette vision. De là naissent les quiproquos.

Disciplines ou écoles ?

A y regarder de plus près, les disciplines et groupes de disciplines se divisent, à leur tour, en courants. En économie rurale, par exemple, le système de production a plusieurs définitions : Badouin, 1987 ; Brossier, 1987 ; Dufumier, 1984 ; Reboul, 1970. De même, en agronomie, derrière une homogénéité en apparence plus grande, la palette des recherches individuelles est vaste, de l'étude de la fertilité des sols et de l'élaboration des rendements jusqu'aux systèmes agraires. Selon les définitions qu'on adopte, les échelons d'observation et d'interprétation des faits de terrain changent. La conception d'une enquête varie donc souvent, aussi, selon les courants au sein d'une même discipline. Dans notre cas, les quiproquos sur la notion de système de production ont été exemplaires et riches d'enseignements en ce sens qu'ils nous ont permis de mieux comprendre ce qui nous séparait.

Outre ces quiproquos majeurs, nos discussions ont révélé de nombreux clivages : entre groupes de disciplines, certes, mais aussi au sein de chaque discipline, entre institutions, entre écoles, entre sensibilités individuelles (Germain et Hervé, 1989a). Et la vocation d'une recherche interdisciplinaire est de contribuer à amoindrir ces clivages.

Des remèdes

De tant de divergences ne peut sortir un plan universel qui préconiserait quelques règles assurant à tout coup un bon fonctionnement de l'interdisciplinarité. Mais ces divergences nous montrent aussi qu'un tel plan n'est pas souhaitable si l'on désire respecter les personnalités, les écoles, les disciplines, les groupes de disciplines. Nos contributions font apparaître, alors, un accord minimal sur les principes à respecter pour que s'établisse un dialogue entre groupes de disciplines : l'interdisciplinarité ne s'impose pas ; elle se construit et elle se modifie.

L'interdisciplinarité ne s'impose pas

L'interdisciplinarité a pour vocation de constituer un champ de recherche commun quand celui-ci ne se présente pas spontanément du fait d'une division entre sensibilités individuelles, entre écoles, entre disciplines, entre groupes de disciplines au sein d'une équipe. C'est dire que son ambition est limitée. Elle ne s'impose pas quand ce champ commun existe déjà, ce qui est souvent le cas à l'intérieur d'un même groupe de disciplines, où les quiproquos sont de moindre ampleur qu'entre groupes de disciplines.

Elle ne s'impose pas non plus par un décret qui l'institue pour une équipe donnée, selon une démarche par le haut. Trop souvent, on la résume à un mot magique censé résoudre toutes les difficultés. C'est aux membres d'une équipe, qui répondent aux souhaits de leurs responsables, de décider de l'instaurer. En effet, elle n'est pas donnée : elle se construit.

L'interdisciplinarité se construit

Nos réunions ont été fécondes puisqu'elles nous ont permis de prendre conscience de nos différences : "*Expliciter les démarches est une étape nécessaire pour comprendre comment s'élabore une pluridisciplinarité.*" (Germain et Hervé, 1989a).

C'est pourquoi nous nous permettons une proposition. A l'origine d'un projet collectif de recherche, la tenue régulière d'un séminaire où chaque participant exposerait sa formation, ses travaux antérieurs, ses références théoriques, en bref, sa personnalité scientifique, pourrait aider à diminuer les quiproquos dans la construction collective d'un programme.

Le terme de construction n'est peut-être pas le plus adapté à cette proposition. L'un d'entre nous, touché par la finesse des vêtements des femmes du Mantaro, préfère parler de tissage pour suggérer des relations de travail qui s'ébauchent peu à peu, par petites touches (Germain, 1989).

L'interdisciplinarité se modifie

Cette souplesse dans la construction devrait être maintenue tout au long du processus de recherche. Pour l'un, il est préférable de garder un intitulé flou et de préciser le contenu du programme au fur et à mesure des opportunités (Germain, 1989). Pour l'autre, l'interdisciplinarité ne se présente pas selon un mouvement linéaire et homogène du début à la fin d'un projet. Le degré d'intégration d'une équipe n'est pas le même aux différentes étapes d'un travail scientifique. Les phases de préparation et d'interprétation pourraient être collectives alors que les étapes de collecte et de traitement des données devraient être laissées davantage à l'initiative de chaque discipline (Gastellu, 1989). Ces deux suggestions se complètent pour laisser aux membres d'une équipe l'initiative de se remettre sans cesse en question.

Conclusion

Cette réflexion sur l'interdisciplinarité a été en même temps un approfondissement de la notion de système de production car, dans notre cas, les deux thèmes s'interpénètrent. En fait, nous n'avons abouti qu'au rapprochement de positions minimales sans aboutir jamais à une synthèse. Mais on peut se demander si, dans une crise aiguë comme l'a connue le Pérou dans ces années-là, le concept de système de production était l'outil le mieux adapté pour interpréter ce qui se passait sous nos yeux. Peut-on encore parler de système quand les éléments qui le composent changent d'un jour sur l'autre, quand les interrelations entre ces éléments se brisent, quand les facteurs de production n'ont plus de valeur parce que les communautés paysannes sont coupées du monde extérieur ?

Références bibliographiques

Badouin R., 1987. L'analyse économique du système productif en agriculture. Cahiers des Sciences Humaines, 23 (3-4) : 357-377.

Boletín Sistemas Agrarios. Collection d'avril 1987 à septembre 1993.

Brossier J., 1987. Système et système de production. Note sur ces concepts. Cahiers des Sciences Humaines, 23 (3-4) : 377-391.

Calagua D., Germain N., Hervé D., Malpartida E., 1989. *Principes de pluridisciplinarité ? Propositions des agronomes lors du programme UNALM-ORSTOM : "Systèmes de culture et d'élevage, systèmes de production, systèmes agraires de la vallée du Mantaro".* Lima, Pérou, ORSTOM-UNALM, 12 p.

Couty P., 1990. *La pratique multidisciplinaire à l'ORSTOM.* Paris, France, ORSTOM, 41 p.

Dufumier M., 1984. Système de production et développement agricole dans le tiers-monde. *In : Recherche-Développement. Journées d'études des 12 et 13 septembre 1984.* Paris, France, IRAM

Eresue M., Gastellu J.-M., Malpartida E., Poupon H., 1990. *Agricultura andina : unidad y sistema de produccion.* Lima, Pérou, Editorial Horizonte, 500 p.

Gastellu J.-M., 1989. *L'interdisciplinarité impossible.* Lima, Pérou, ORSTOM, 17 p.

Gastellu J.-M., 1992. *Unos economistas frente a los sistemas de producción : ¿ adopción o adaptación ? In : Sistemas de producción y desarollo agrícola.* Navarro Garza (H.) *et al.* eds, Montecillo, Mexique, ORSTOM- CONACYT- Colegio de Postgraduados, pp.65-75.

Germain N., 1989. *La pluridisciplinarité : expériences et enseignements.* Lima, Pérou, ORSTOM-UNALM, 4 p.

Germain N., Hervé D., 1989a. *Expériences de pluridisciplinarité au sein des programmes associant l'UNALM et l'ORSTOM.* Lima, Pérou, ORSTOM-UNALM, 15 p.

Germain N., Hervé D., 1989b. *Pluridisciplinariedad en cooperación. Punto de vista de agrónomos.* Lima, Pérou, ORSTOM-UNALM, 2 p.

Hervé D., 1989. *Proposition d'agronomes pour un programme de recherches pluridisciplinaires dans les Andes péruviennes (vallée du Mantaro).* Lima, Pérou, ORSTOM-UNALM, 7 p.

Malpartida E., Poupon H., 1988. *Sistemas agrarios en el Peru.* Lima, Pérou, UNALM-ORSTOM, 358 p.

Plaza O., 1990. Sistema de producción y unidad de producción : aspectos teóricos-metodológicos. *In : Agricultura andina : unidad y sistema de producción.* Eresue M. *et al.* éds, Lima, Pérou, Editorial Horizonte, pp. 46-55.

Reboul C., 1970. Mode de production et systèmes de culture et d'élevage. Economie Rurale, 112 : 55-65.

Sébillotte M., 1974. Agronomie et agriculture. Essai d'analyse des tâches de l'agronome. Cahiers ORSTOM, Série Biol., 24 : 3-25.

Serpantie G., Tezenas du Montcel L., 1989. *Faciliter le dialogue entre disciplines scientifiques et sociétés en développement à propos de la dynamique des systèmes de production : l'approche interdisciplinaire par "portes d'entrée".* Ouagadougou, Burkina Faso, ORSTOM, 19 p.

De l'expérimentation technique à l'implication sociale : quelles voies pour les agronomes ?

Dulcire Michel
CIRAD, BP 5035, 34032 Montpellier cedex 1, France

Résumé

Un développement réussi, durable, ne nécessite-t-il pas que les différents acteurs concernés par la gestion de l'espace que les enjeux définissent y soient impliqués et s'engagent volontairement à l'assumer ensemble ? La recherche ne doit-elle pas contribuer à susciter le dialogue entre les différentes catégories d'acteurs, à alimenter les débats et à les faire déboucher ? Comment l'agronome peut-il s'engager dans ce processus : quelles fonctions, quelles finalités, pour quelles validations scientifiques ? Mon vécu d'agronome dans un projet de recherche-développement au Nicaragua montre que la distinction habituelle qui a cours en recherche agronomique entre l'objet technique et son milieu d'application pèse sur les choix du chercheur en milieu paysan. Dans sa recherche, celui-ci doit concilier cet objet, ses objectifs de chercheur et les stratégies de son institution, quand sa fonction doit allier les demandes multiformes des producteurs. S'il accepte de jouer le jeu avec les agriculteurs, il agit, et parfois selon des formes qui le feront jouer avec le feu des normes académiques de la science. La valeur scientifique de ces initiatives et de leurs applications sociopédagogiques est loin d'être reconnue : en dépassant le simple regard extérieur sur les pratiques agraires, elles permettent pourtant d'amorcer un processus d'intéressement mutuel, qui aide à une meilleure correspondance entre recherche et production, à l'insertion de la science dans la société.

Mots clés

Développement rural, expérimentation paysanne, implication sociale, innovation, Nicaragua, participation, recherche-action, transfert de technologie.

Abstract

Technical Experimentation or Social Involvement: Which Direction for Agronomists?

Sustainable development requires all actors involved in decisions concerning land-use strategies to take an active part throughout the entire process. Research ought to encourage dialogue between different categories of actor, and hence yields concrete results. How can an agronomist participate in this process—in what role, with what objectives, and by applying what scientific validation criteria? My experience as an agronomist in a research and development project in Nicaragua suggests that the usual separation in agricultural research—that between technical objectives and study environment — influences the research worker's choices in a farming community. Agronomists must reconcile the technical objectives of their research with their personal objectives and employer policies. They must also integrate the many and varied requirements of the producers themselves: if they play the game with farmers, they may well act in ways that, on occasion, threatens scientific norms. The scientific value of these initiatives and their socioeducational applications are far from being recognized. But, by enabling agronomists to go beyond a simple, external observation of farming practices, they may be the trigger for a participatory process that will match research better to production, and science to society.

Introduction

"La porte du changement s'ouvre de l'intérieur." (Chaize, 1993)

Les modèles de développement de l'agriculture reposent généralement sur la diffusion technologique, laquelle n'est qu'une vulgarisation linéaire d'objets techniques émis par des centres qui les ont améliorés en les détachant de leur contexte.

Les démarches de recherche-développement, pourtant présentées comme des "*expérimentations en milieu physique et social (vraie grandeur) des possibilités et conditions du changement technique et social*" (Billaz et Dufumier, 1980) n'ont pas vraiment échappé à cette règle. Sous la pression des institutions, elles ont souvent été codi-

fiées en une série d'étapes visant à élaborer des savoirs scientifiques ou des modèles de développement plutôt qu'à agir sur les problèmes de production.

La séquence logique et ordonnée diagnostic-test-évaluation-diffusion ne tient pas la route quand on est engagé sur le terrain : elle est peut-être rationnelle, mais elle n'est pas adaptée à l'engagement commun nécessaire pour agir sur la réalité complexe qu'est l'espace rural. Les ajustements ultérieurs n'ont pas vraiment permis de changer le statut de l'objet technique que la science souhaite leur voir adopter : allogène, étranger à leur monde.

L'agriculture est enjeu technique : elle est aussi, et d'abord, enjeu social dans la mesure où l'appropriation commune par les techniciens, chercheurs et agriculteurs de l'objet et du discours techniques est un préalable à toute opération de développement. Le chercheur doit pour ce faire agir avec, et non seulement pour ou dans, la société rurale, à laquelle il reste étranger.

Il lui faut alors dépasser le simple caractère participatif accordé par la recherche-développement aux agriculteurs et s'inscrire en partenariat (Dulcire, 1989). Comme toute alliance, cela suppose des enjeux, des objectifs et espaces communs, ainsi que des compromis, explicites et implicites. Un tel processus de négociations passe aussi par la construction de la légitimité du chercheur dans le monde agricole (Dulcire, 1993) : ce processus de reconnaissance est encore largement empirique et entre souvent en conflit avec les attentes — et donc la légitimité — institutionnelles.

L'implication en recherche-action a de multiples facettes que nous n'aborderons pas ici : en nous appuyant sur notre expérience de six ans en Amérique centrale, nous essayerons de montrer ce qu'elle signifie sur les plans scientifiques et relationnels, mais aussi sur les choix tactiques et leurs conséquences pour le chercheur qui choisit cette voie.

Le programme de développement technologique et d'assistance technique, Nicaragua, région IV

Révolution, alphabétisation et vaccination massives dans les campagnes, réforme agraire mais aussi blocus nord-américain : c'est dans un Nicaragua en pleine effervescence sociale et économique que la jeune assistance technique refusera, pour satisfaire le double objectif national d'amélioration de la production et des conditions de vie des agriculteurs, le classique transfert de recettes. Elle choisira, en 1983, de favoriser un processus de formation et d'apprentissage communs agriculteurs-techniciens à la gestion du processus de production. Ce sont au début de simples essais de variétés de maïs et haricot dans des parcelles commerciales, mais qui sont implantés, suivis, récoltés et jugés par les agriculteurs avec les techniciens. La recherche agronomique nationale n'accompagnera le processus qu'un an, ne pouvant le contrôler à son goût.

Ces essais simples, définis et dirigés par les agriculteurs, se poursuivent de 1984 à 1986 : s'y ajoutent des suivis laborieux en grande culture. Les résultats sont peu interprétés et encore moins utilisés. Le financeur international du Programme de développement technologique et d'assistance technique (PDTAT) insiste sur la quantité des essais et la conformité des thèmes au projet. L'agronome, qui dépend d'une autre institution, voudrait plus de rigueur scientifique dans les protocoles d'investigation. Les agriculteurs et techniciens, extrêmement mobilisés, n'acceptent la démarche expérimentale que dans la mesure où ils en perçoivent une amélioration immédiate de leurs pratiques et résultats.

Ces trois années seront des travaux pratiques exceptionnels pour chacune des parties : propositions, contre-propositions, affrontements, insatisfactions, négociations, compromis, évolutions, etc. Un groupe lié par des intérêts communs se construit en explorant et élaborant un nouveau processus de réflexion et d'action : chacun y a identifié sa fonction et y joue son rôle pour respecter les objectifs définis collectivement.

En 1987, le recueil d'informations se fait d'une part par des suivis réguliers en parcelles commerciales, effectués d'abord par les techniciens et les agriculteurs, puis dès 1988 par ces derniers seuls, d'autre part par des essais multilocaux dirigés par les agriculteurs, avec ou sans répétitions locales : tout est écrit.

Sur l'ensemble des surfaces-grain (maïs-haricot-sorgho) de la région, 30 % font directement partie du PDTAT. Les données sont interprétées puis restituées (oral et écrit) à l'ensemble des techniciens, qui les restituent eux-mêmes aux groupes d'agriculteurs (pas de paysans pilotes) : chacun essaie, au cours de ces séances, de se situer et de comprendre ses résultats par rapport aux moyennes du groupe local, départemental, régional. Ces différentes réunions permettent d'ajuster avec les agriculteurs les paramètres suivis et les thèmes testés pour la campagne suivante, régionalement et/ou localement.

Des rencontres conviviales se tiennent par ailleurs sur des essais et exploitations à dynamique pédagogiquement remarquable, à l'intention du voisinage.

Des formations d'agriculteurs et de techniciens s'organisent à leur demande, à partir des insuffisances ressenties lors de ces différentes phases. Les techniciens demanderont par exemple des formations en phytotechnie (comment pousse le maïs, pour mieux le faire pousser), en statistiques (quelles méthodes utiliser et comment les interpréter) ou en communication (comment échanger, comment restituer). Les agriculteurs en demanderont sur les comptages et reconnaissances d'insectes pour gérer les décisions de traitement, ou sur l'azote.

Les besoins exprimés sont analysés en commun pour construire une réponse adaptée. L'interrogation suscitée par les non-corrélations observées entre les rendements et les doses d'azote tant dans leurs essais qu'en parcelles commerciales a ainsi été traduite en formations sur l'engrais azoté et le cycle de l'azote dans ces sols sur cendres volcaniques très récentes : cette démarche leur a donné les éléments agroéconomiques pour diminuer d'eux-mêmes les doses appliquées sur leurs exploitations.

L'administration de la preuve n'a pas été à sens unique : l'agronome reconnaît les demandes des producteurs comme composantes légitimes du projet de recherche. Le financeur admet que l'évolution de l'agriculture n'est pas que respect de programmes formalisés. Les agriculteurs et techniciens comprennent l'intérêt de la réflexion préalable, des observa-

tions méthodiques (peuplements, infestations, etc.) et de leur interprétation. La dynamique de groupe dépasse les intentions originelles de chacun, et de chaque institution.

Une anecdote peut illustrer l'affranchissement technique et social parcouru : en 1989, les agriculteurs refusaient explicitement d'implanter des essais maïs en milieu paysan parachutés par la recherche agronomique nationale, qui leur imposait des semis en poquets alors qu'ils semaient leurs surfaces commerciales en ligne depuis deux ans. Les techniciens avaient accepté de les inclure dans le programme général, les proposant ainsi aux adhérents, mais leur marge de liberté vis-à-vis de l'institution était moindre.

Les résultats s'expriment donc en termes d'évolution des pratiques, de production, d'efficience technico-économique, de capacité de prise de décision des producteurs (décision de traitement insecticide sur la base d'échantillonnages, adaptation des doses d'azote) et d'initiative des techniciens, mais aussi de prise en charge du processus par les agriculteurs (dialogue et transferts de savoir-faire entre exploitations s'établissent spontanément), de capacité d'organisation, et d'effet d'entraînement (mimétisme ou contagion ?) sur les secteurs non touchés par l'assistance technique (Berrios, 1987 ; Castillo et Gutierrez, 1989 ; Dulcire, 1986, 1989, 1993).

Le développement est-il transformation ou conformation ?

Il ne suffit pas de reconnaître la dimension culturelle du développement et d'admettre la pluralité des façons de parcourir les multiples sentiers qui y mènent. La fameuse demande sociale n'est pas un paquet qu'on élabore mécaniquement pour l'unir, non moins mécaniquement, aux autres paramètres du modèle de vulgarisation technologique. On lit de plus en plus que les besoins et envies des acteurs, des agriculteurs, doivent être pris en compte dès le début d'un projet (Kaimowitz et Merril-Sands, 1992 ; Chambers *et al.*, 1989 ;...). Comment et où peuvent-ils s'exprimer ?

C'est par le développement des hommes que les cultures se développent : déjà, au siècle dernier, Joseph Jacotot, depuis son exil, demandait aux hommes de science de se préoccuper moins d'inventions scientifiques et de perfectionnements agronomiques ; qu'ils émancipent les habitants des campagnes et les rappellent à la conscience de leur pouvoir intellectuel, professait-il, et alors les paysans s'occuperont eux-mêmes d'améliorer leurs cultures et la conservation des grains (Rancière, 1987).

Les mentalités institutionnelles ont-elles beaucoup évolué depuis nos ancêtres agronomes tropicalistes, qui, d'acclimatation de plantes en diffusion de semences, raisonnaient, pour les besoins de la métropole, en terme de mise en valeur des vastes territoires coloniaux par simple application du modèle européen (Bonneuil et Kleiche, 1993). Les démarches suggérées apparaissent toujours aussi homothétiques. C'est l'académisme, mais aussi le nouveau, le publiable, qui imposent la norme du "scientifiquement correct".

Les besoins et envies de ceux par qui la production se fait sont peu reconnus dans ce dispositif. Nous esquivons nos responsabilités sociales et pédagogiques en parlant d'adoption de recettes techniques performantes, phénomène non stimulant, voire passif : à l'image de la vie, le changement technique est apprentissage, adaptation, mouvement. Comme ces cultivateurs de haricot du PDTAT qui, convaincus de l'intérêt des variétés testées par eux-mêmes ou leurs collègues, les avaient semées à échelle commerciale, n'en gardant pas moins quelques arpents de variétés traditionnelles, réputées plus énergétiques, pour leur propre consommation... A la question du meilleur dispositif de recherche en milieu paysan, Merril-Sands *et al.* (1991) se contentaient de répondre : *"Ça dépend."*

Les manières de faire sont-elles des formes de savoir ?

> *"J'entreprends donc de me laisser porter par la force de toute vie vivante : l'oubli. Il est un âge où l'on enseigne ce que l'on sait, mais il en vient ensuite un autre où l'on enseigne ce que l'on ne sait pas : cela s'appelle chercher." (Barthes, 1978)*

Dans notre programme, le problème à résoudre était bien comment faire pousser le maïs et les haricots et non comment poussent ces plantes (Rhoades, 1989).

Analyser avec les agriculteurs, tenter avec eux de qualifier leurs problèmes et besoins, de construire un programme de travail commun sur ces bases, n'est-ce pas suivre une démarche scientifique ? Même si cela conduit à cheminer avec eux par des essais variétaux ou des suivis techniques mille fois réalisés en station ou en d'autres espaces, il débouchera sur l'acquisition par les agriculteurs de nouvelles capacités à raisonner, à décider et donc à s'adapter.

Il y a bien deux camps en présence avec des objectifs distincts : d'un côté, des producteurs, qui ont un besoin immédiat d'amélioration ; de l'autre, des chercheurs, qui veulent comprendre. Investir l'interface, cet *"entre-deux difficile à saisir où se mettent simultanément en forme la technique et le milieu social qui la reprend"* (Akrich *et al.*, 1988), c'est certes une situation ambiguë — "quelle expérimentation technique pour quelle implication sociale ?"— c'est aussi apprendre de l'autre tout en fondant le savoir empirique qui lui manque.

Que cherchons-nous au juste par nos activités de recherche ? A accroître les connaissances scientifiques, à donner aux producteurs agricoles les moyens d'agir, de s'adapter aux futures réalités, par définition imprévisibles, ou quelque chose entre les deux ?

Le chercheur vit la contradiction entre les rôle social et scientifique de la recherche. S'ensuit alors une confusion, dramatique pour l'activité agricole : les tactiques des agronomes sont avant tout déterminées par des stratégies académico-scientifiques (articles, communications aux congrès), voire administratives (avancement, financements,...). A quoi donc sert la recherche, et de quoi se nourrit-elle, pourra se demander l'observateur paysan ?

La science sépare traditionnellement le sujet de l'objet à étudier. C'est pourquoi les savoir-faire paysans ont longtemps été ignorés par la science : trop empiriques et donc dévalués.

La sagesse rurale ne résoudra pas tout. Mais c'est avec ses blocages et ses savoirs que l'on construira le progrès, que l'on conciliera validité agronomique et validité sociale.

Dans notre cas, si l'élaboration puis la tenue de registres de suivi n'étaient pas académique, elles étaient à la fois outil approprié des paysans et support de communication, permettant à ce titre des avancées communes.

Quand on entend des agriculteurs, il y a peu encore analphabètes, raconter que le programme ne les a jamais aidés pour le riz, mais qu'ils ont été capables de lui adapter avec profit leur savoir-faire acquis sur maïs ou haricot, quand on entend, lors de rencontres techniques ou informelles, des agriculteurs échanger sur leurs pratiques et leurs résultats et remplir divers registres de suivi définis avec eux (passage de l'oral à l'écrit) ou encore décider ou non de traiter en quantifiant le degré de parasitage par échantillonnage, c'est bien la peur qui a été vaincue : la peur de décider, d'agir, puis d'en parler, d'échanger. N'est-ce pas alors un nouveau savoir qui se révèle sous nos yeux ?

N'est-ce pas aussi faire avancer la science que d'arriver par un travail commun à ce que des sociétés acquièrent les moyens d'affronter seules l'avenir ? Une connaissance, un savoir, n'a de sens social productif que rattaché à un milieu vivant. On retrouve la différence entre références et référentiel (Dulcire, 1989), entre recette allogène et système technique (re) construit dans l'action commune : le passage des unes aux autres, l'appropriation d'un savoir, ce sont les "manières de faire" !

Le développement est processus commun

"Il faut être deux pour danser le tango"
(dicho argentin)

Ne rêvons pas : seuls, avec leurs savoirs locaux mais sans regard extérieur, les paysans n'arrivent pas plus à la nécessaire distanciation que les chercheurs ne se distancient de leurs connaissances. De la complémentarité du regard et des pratiques peut naître un changement, vécu alors comme transformation et non conformation, et ce malgré les différents enjeux institutionnels. L'union n'est pas fusion : elle fait la force. Travailler en commun permet aussi de "*réduire la probabilité subjective d'échec*" (Tirel, 1979).

L'agronome académique que j'étais au début admettait mal ces essais et suivis sans aucun intérêt agronomique (technique, disais-je). L'effort d'interpréter ces données avec les techniciens, la volonté de progrès des agriculteurs et des techniciens ont permis de vaincre nos résistances mutuelles et, de rapprochements en concessions, de nous convaincre de nos intérêts réciproques à trouver des compromis sur les thèmes, les formes, etc.

Les dispositifs ont évolué à partir de 1987 ; ils permettent d'obtenir des conclusions fiables, reproductibles. Des thèmes standards se sont agrémentés d'autres jugés plus pertinents (intéressants), les paramètres des suivis d'essais et de parcelles commerciales ont été homogénéisés, de nombreux éliminés, d'autres ajoutés. Au-delà de la définition commune des protocoles expérimentaux, chacun a défini, travaillé et fait évoluer l'ensemble avec les autres, en dépit de, ou grâce à, des objectifs différents.

Pour l'agronome-système, l'objet technique n'a pas de sens isolé de son contexte socioécologique : en ce sens, la compréhension des résistances mutuelles, la négociation des demandes et leur traduction en programmes communs sont des éléments indispensables à l'action conjointe pour une recherche en phase avec le développement. C'est la collaboration active des chercheurs et producteurs qui permettra de construire le groupe, chercheur collectif à même de mener ce processus.

L'innovation est création commune : chacun y (re) trouve ses points d'ancrage et son intérêt. Akrich *et al.* (1988) opposent ainsi le modèle de l'intéressement, qui met en scène tous les acteurs concernés, au modèle de diffusion, qui impose des solutions extérieures aux producteurs. Travailler ensemble signifie alors que le chercheur doit s'impliquer socialement. Cette insertion, acte volontaire, n'est pas œuvre charitable ou romantisme, car assumer l'agriculture comme fait social ne nous transforme pas d'office en fée sociale : elle est revendiquée — et assumée — comme nécessaire à notre tâche.

Un paysan dominicain disait à Box (1987) : "*Je comprends : tu es scientifique et tu veux savoir. Mais il n'y a qu'une façon de savoir ce que je sais sur le manioc. Parle avec moi, ne parle pas à moi comme d'autres l'ont fait. Interroge-moi sur ma vie et je te parlerai du manioc.*"

C'est un souci d'ouverture (Marchal, 1991) qui pousse l'agronome à agir dans le cadre de cette entité technique, sociale et spatiale, ressentie — confusément dans un premier temps — comme fonctionnellement pertinente. Cette volonté reste cependant insuffisante pour assumer les conséquences immédiates de l'engagement. Les schémas technicistes qui ont initialement modelé l'agronome, même généraliste, ne l'ont pas préparé à admettre que l'Autre n'est pas une page blanche, que "*La vérité scientifique ne nous procure aucune valeur morale.*" (Spire, 1993), ou encore à comprendre la résistance au changement. Mon propre apprentissage de la recherche participative de soi et de l'Autre, du va-et-vient permanent empirique entre les parties ne s'est pas mené en un jour (Dulcire, 1993).

Notre pratique nous oppose aux courants culpabilisateurs ou paternalistes qui réclament un renforcement des liens entre chercheurs, producteurs et vulgarisateurs au nom d' "*agriculteurs à revenus modestes qui n'ont jamais eu le pouvoir ou les moyens de s'organiser, (...), qui sont incapables d'énoncer clairement leurs besoins et ne peuvent prendre que des risques limités*" (Kaimowitz et Merril-Sands, 1992). De tels préambules ne peuvent déboucher sur un acteur collectif qui saura accoucher de chercheurs capables d'entendre, et de producteurs capables de s'adapter. Ils débouchent au mieux sur la substitution de ces chercheurs — si bien intentionnés soient-ils — aux petits paysans opprimés.

Des risques de marginalisation scientifique

Développer la capacité des acteurs sociaux à gérer les systèmes vivants dont ils font partie suppose l'apprentissage à la

complexité (Bataille, 1983), qui ne pourra être que progressif. De la même façon, l'implication sociale ne se décrète pas. Dulcire et Hocdé (1988) la qualifiaient d'animation sociale réussie : cette animation peut se construire par exemple autour d'essais. Au début de la relation, peu importent les thèmes et leur rigueur expérimentale, pourvu qu'on ait l'enthousiasme de l'acteur collectif chercheurs-producteurs : c'est la pratique commune de définition, de réalisation et de suivi qui seront les éléments clés de la réussite, de la reproductibilité du processus.

L'expérimentation technique avec les agriculteurs devient alors un moyen, en quelque sorte un raccourci, pour tenter de résoudre la contradiction entre social et technique, mais aussi entre l'action et la production des connaissances. Les thèmes et formes sont les produits d'une négociation : ils ne satisfont pleinement aucune des deux parties à court terme.

Ensuite, et c'est important, ces supports techniques, quelle que soit leur qualité initiale, sont aussi le moyen, pour l'agronome coupé de ses références, de reprendre pied chaque fois que lui incombe le difficile exercice de donner un contenu fonctionnel et technique à des signifiants tels que recherche participative, développement, partenariat, implication, communication etc.

En préalable à l'action, la règle impose de passer par des diagnostics toujours plus élaborés : l'accumulation de connaissances improductives satisfait le dogme, mais paralyse l'action. Restons concrets, appréhender toute la complexité relève du fantasme. La pression institutionnelle était forte, qui nous conduisait à nous justifier pour avoir agi sans avoir réalisé de diagnostic préalable (Dulcire et Hocdé, 1988).

La culpabilité a disparu : le diagnostic est contemporain et indissociable du procès de développement. Les évaluations et tests résultent d'un travail commun d'évaluation chercheurs-techniciens-producteurs, ce n'est pas le chercheur seul qui peut en imposer les modes et rythmes : il n'est socialement, et donc scientifiquement, légitime qu'à ces conditions.

L'approche globale indispensable pour aborder des phénomènes complexes, donc pour agir pertinemment au niveau local, se heurte à des démarches classiques, qui admettent mal la diversité. L'immersion de l'agronome généraliste dans l'action l'amène à gérer un peu de tout, à (tenter de) répondre aux multiples demandes, à construire un savoir empirique. Ses démarches en deviennent parfois apparemment désordonnées, voire chaotiques, pour l'institution ; elles sont alors au mieux ignorées par nombre de nos structures et collègues : ce désordre, négativement connoté face au supposé "ordre de la nature" (Thuillier, 1991), entre souvent en contradiction avec l'attente institutionnelle et le cadre qu'elle définit. Pessimiste, Pascon (1982) nous voyait condamnés à errer entre *"les bavures et le bricolage"*.

S'insérer signifie accepter de formuler avec des partenaires des objectifs communs, soutenus par des projets de travail communs. Engager une action définie dans ces conditions ne veut pas dire que l'on en connaisse a priori les trajectoires et les buts en termes de réussite ou d'échec : elle est mouvement social, donc questionnements et progression de la connaissance, mutuellement construits. Juger la qualité du processus sur les formes qu'il prend concrètement à un moment donné est plutôt tendancieux : si le risque d'isolement est réel pour le chercheur, il est plus académique que scientifique.

Conclusion : l'action et nos responsabilités

> *"Les rapports entre l'erreur et la connaissance sont encore trop obscurs pour qu'on puisse prétendre les régler d'autorité : sans doute faut-il aux hommes de longs cheminements à travers les hypothèses, les erreurs et les essais de l'imagination pour arriver à dégager des connaissances plus exactes, en partie provisoires : car il y a peu d'exactitudes définitives". (Serge, 1951)*

La problématique du chercheur est ambiguë : comment identifier et résoudre un problème du vivant (action) tout en faisant de la science (production de connaissances) ? Certains courants ont tranché en s'isolant de la société, dans le calme des stations. Agir, ce n'est pas rejeter la recherche agronomique traditionnelle, c'est affirmer qu'on ne peut se contenter d'isoler les thèmes d'étude des milieux vivants dont ils font partie.

S'impliquer ne signifie pas oublier notre fonction de recherche : la distanciation reste nécessaire pour traduire les demandes en problèmes communs et éviter que la fonction de communication ne prenne le pas sur le contenu de la recherche. Nous avons ainsi soutenu que l'acte commun d'apprendre est tout aussi fondamental que la valeur technique initiale du support : il nous appartient évidemment, car il y a bien aussi recherche de validation académique, d'assurer à terme la rigueur des démarches menées, de l'identification aux conclusions, de garantir le va-et-vient entre général et particulier, une démarche globale et locale à la fois, *"glocale"* (Chaize, 1993), tout en découvrant ensemble les liens opérationnels entre plante, système de culture, système de production, environnement technique, social et commercial.

Enfin, la formation est la fonction qui englobe toutes les autres, qui garantit la durabilité : le souci pédagogique qui nous impose d'écouter, traduire, expliquer, répéter, convaincre, mais aussi assumer. La formation avant l'information, l'apprentissage plutôt que le transfert, nous cherchons en marchant, c'est-à-dire en agissant, avec les producteurs. C'est ainsi que nous aiderons les producteurs à anticiper, à stimuler leur créativité (Bentley *et al.,* 1993), à s'adapter pour qu'ils aient les moyens de réagir par eux mêmes *"à partir du moment où la structure d'appui n'est plus capable de leur proposer comme auparavant, avec plus ou moins d'efficacité, des solutions toutes faites à leurs difficultés"* (Devèze, 1993).

Un "avec" les producteurs au lieu de "pour" les producteurs, qui prend souvent des formes tactiques rejetées ou contestées par l'Institution. Elle admettait mal ma place de chercheur dans ce bricolage désordonné, qui a pourtant permis, outre l'acquisition rapide d'une maîtrise technique par les adhérents sur leurs quelques milliers d'hectares de maïs et de haricot, une transformation qualitative du rapport des agriculteurs et techniciens au processus de production et à la

recherche : l'amélioration de la capacité des acteurs à gérer les évolutions ne fait-elle pas aussi partie de nos responsabilités ? Mais comment évaluer la réussite ou l'échec quand les critères d'évaluation n'existent pas dans ce domaine, lorsque les échelles de valeur des acteurs sont différentes ?

Pour l'agronome, l'acculturation que suppose l'action avec les acteurs pour identifier et améliorer les problèmes de fonctionnement et de reproduction d'un milieu vivant passe sans doute par la transgression d'une démarche conventionnelle vers une démarche empirique, qui à son tour engendre une démarche académique. Le chercheur doit-il passer par cette mort symbolique pour devenir pleinement chercheur ? La question mérite apparemment d'être posée.

Références bibliographiques

Akrich M., Callon M., Latour L., 1988. A quoi tient le succès des innovations : l'art de l'intéressement. Annales des mines (juin), pp 4-17.

Barthes R., 1978. *Leçon*. Seuil, Paris, France, 45 p.

Bataille M., 1983. - Implication et explication. Pour n° 88 (mars-avril), "l'analyse de l'implication dans les pratiques sociales", pp. 28-31.

Bentley J., Rodríguez G., González A., 1993. Ciencia y pueblo : campesinos hondureños y control natural de plagas. *In* : Gorras y sombreros : caminos hacia la cooperación entre técnicos y campesinos. CIMMYT, Veracruz-Mexique, pp. 69-75.

Berrios E., Berrios F., 1987. *Estado de la investigación agropecuaria en Nicaragua.* MIDINRA-ISCA, Managua-Nicaragua, 73 p.

Billaz R., Dufumier M., 1980. *Recherche et développement en agriculture.* PUF-Techniques vivantes, Paris-France, 198 p.

Bonneuil C., Kleiche M., 1993. *Du jardin d'essais colonial à la station expérimentale, 1880-1930. Eléments pour une histoire du CIRAD.* CIRAD, Paris-France, 107 p.

Box L., 1987. Experimenting cultivators, a methodology for adaptative research. ODI'discussion paper 23, London-Grande-Bretagne, 21 p.

Castillo G., Gutierrez E., 1999. Generar alternativas tecnológicas con los agricultores : evolución y análisis de un programa de extensión agrícola en granos básicos. Nicaragua, IV-región, 1983-1988. Mémoire de fin d'études ISCA, Managua-Nicaragua, 65 p.

Chaize J. 1993. *La porte du changement s'ouvre de l'intérieur.* Calmann-Lévy, Paris- France, 258 p.

Chambers R., Pacey A., Thrupp L-A., 1989. *Farmer first. Farmer innovation and agricultural research.* ITP, Londres-Grande-Bretagne, 195 p.

Devèze C., 1993. Réflexions sur innovations techniques et sociétés. Communication au séminaire "Innovations et sociétés", Montpellier, 13-16 septembre 1993.

Dulcire M., 1986. *El sistema de generación-difusión en Nicaragua : asociar al agricultor en la generación de tecnologías.* MIDINRA, Managua-Nicaragua, 110 p.

Dulcire M., 1989. Le pouvoir choisir et le savoir choisir : l'enjeu de la Recherche-Dévelopement au sud du Nicaragua. Cahiers recherche-développement n° 24, pp 77-88.

Dulcire M., 1993. Innovation : l'élément moteur, c'est le producteur. Communication au séminaire "Innovations et sociétés", Montpellier, 13-16 septembre 1993.

Dulcire M., Hocdé H., 1988. Le développement à la conquête de la recherche : mise au point d'une technologie de production de grains de base au Nicaragua. Cahiers recherche-développement n° 19, pp 1-15.

Kaimowitz D., Merril-Sands D-M., 1992. *Production et transfert de technologie agricole. Les relations entre les chercheurs, les responsables du transfert et les paysans.* ISNAR-CTA, La Haye-Netherlands, 106 p.

Marchal J-Y., 1991. Quand les agronomes s'en vont aux champs. L'espace géographique n° 3, pp 214-221.

Merrill-Sands D-M., Biggs S-D., Bingen R-J., Ewell P-T., McAllister J-L., Poats S-V., 1991. Institutionnal considerations in strengthening on-farm client-research in national-agricultural-research-systems : lessons from a nine-country study. Expl. Agric., vol 27, pp. 343-373.

Pascon P., 1982. Le technicien agricole entre les bavures et le bricolage. *In* : La politique de l'emploi-formation au Maghreb, Ed. du CNRS, Paris-France, pp. 173-180.

Rancière J., 1987. *Le maître ignorant. 5 leçons sur l'émancipation intellectuelle.* Fayard, Paris-France, 233 p.

Rhoades R., 1989. The role of farmers in the creation of agricultural technology. *In* : Farmer first. Farmer innovation and agricultural research. Chambers *et al.* Ed., ITP, Londres-Grande-Bretagne, pp. 3-8.

Rhoades R., 1987. Farmers and experimentation. ODI'discussion paper-21, Londres-Grande-Bretagne, 17 p.

Serge V., 1951 : *Mémoires d'un révolutionnaire*. Seuil, Paris-France, 424 p.

Spire D., 1993. La recherche agronomique oublierait-elle les agriculteurs ? Agricultures n° 5, pp. 163-165.

Thuillier P., 1991. La revanche du Dieu Chaos. La Recherche n° 232, vol. 22, pp 542-552.

Tirel J-C., 1979. La prise de décision au sein de l'exploitation agricole. *In* : Exigences nouvelles pour l'agriculture. Les systèmes de culture pourront-ils s'adapter ? ADEPRINA, Paris-France, pp. 427-448.

From Farming Systems Research and Extension to Zonal Strategies : Rice Research in Sukumaland, Tanzania

Enserink, HJ[1] ; Bunyecha, KF[2] ; Meertens, HCC[1]; Kajiru, GJ[2] ; Bagarama, F[2]

[1]Royal Tropical Institute (KIT), Mauritskade 63, 1092 AD Amsterdam, The Netherlands

[2]Ukiriguru Zonal Research and Training Institute, PO Box 1433, Mwanza, Tanzania

Abstract

Rice is grown in the Kwimba and Maswa districts, Tanzania, with diverted and trapped runoff. Three rice systems can be distinguished, based on local catena differences. Farming systems research and extension (FSR/E) focused on the system in which rice dominates all other enterprises. The results of a 4-year program and its approach are presented. Maintenance of soil fertility was a key problem. On-farm trials showed nitrogen to be the limiting factor. Based on farmer-managed tests a topdressing of urea (30 kg N/ha) was recommended. Paddy yields increased by 650 –800 kg/ha, resulting in high marginal rates of return (>1000%). Best responses were obtained with applications in muddy conditions (0 –5 cm water) and at early crop stages (1 –3 tillers). In dry years with scarce runoff, many rice fields (>70%) do not fill up and remain fallow. However, risks linked with rice cultivation should not be imputed to urea use. Urea proved to be a low-risk investment as it is applied rather late in the season, when the success or failure of a crop can already be predicted. A better understanding of the local system resulted in a widening of FSR/E boundaries and the focus shifted from rice to system issues. Certain gaps in the development and dissemination of adaptive recommendations were identified. They indicate the need for closer collaboration between farmers, commodity and FSR/E researchers, extension workers, and rural development planners. A zonal strategy should be developed.

Key words

Sukumaland, soil catena, rice systems, farming systems research and extension approach, fertilizer recommendations, urea, zonal strategies.

Résumé

De la recherche-système vers des stratégies régionales : l'histoire de la recherche rizicole en pays Sukuma, Tanzanie.

La riziculture pluviale dans les districts de Kwimba et Maswa utilise des techniques de captage et de conservation de l'eau de pluie en parcelles plus ou moins terrassées. Sur la base de la toposéquence locale, trois systèmes de production rizicole peuvent être distingués. La recherche-système s'est concentrée sur le système où la riziculture prédomine sur toute autre spéculation. Cet article résume les résultats d'un programme de recherche de quatre ans. La gestion de la fertilité est apparue comme la contrainte principale. Des essais en milieu paysan ont démontré que l'azote (N) est le facteur de production limitant. Par des tests successifs, une dose d'urée de 30 kg/ha a été recommandée, ce qui a entraîné une augmentation de rendement de 650-800 kg/ha de paddy, avec une valorisation de l'avance à la culture supérieure à 1 000 %. Les meilleurs résultats ont été obtenus avec une application en boue (lame d'eau de 0 à 5 cm) et au stade tallage précoce (1 à 3 talles). En année sèche, quand il y a peu de ruissellement, beaucoup de rizières (>70 %) ne recevant pas suffisamment d'eau sont maintenues en jachère. Cependant, les risques de la production rizicole ne doivent pas être confondus avec les risques liés à l'application de l'urée. La fertilisation azotée apparaît comme un investissement à faible risque lorsqu'elle est appliquée tard dans la saison, quand on peut déjà prévoir le succès ou l'échec de la culture. La compréhension du système local a abouti à un élargissement du champ de la recherche ; l'accent s'est transféré de la culture du riz vers le système de production en entier. Des lacunes dans le développement des recommandations adaptées et le processus de transfert ont été identifiées et décrites. Ces lacunes démontrent la nécessité d'une collaboration plus étroite entre paysans, chercheurs thématiques, chercheurs systèmes, agents de vulgarisation et décideurs dans le domaine du développement rural. Une stratégie régionale est proposée.

Introduction

Boundaries are widening as farming systems research and extension (FSR/E) programs evolve in response to the increasing complexity of research issues. Teams with a commodity focus are soon confronted with other household activities and local organizational issues. In December 1991, the Royal Tropical Institute (KIT), The Netherlands, organized a workshop to analyze this broadening of research scope and discuss managerial steps to balance it. The Lake Zone FSR/E Project was encouraged to examine developments in its programs.

The Tanzanian zonal FSR/E programs follow the methodology of the Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), Mexico. Research is then adjusted to develop technological alternatives suited to local farming conditions. In theory, planning and implementation are organized in stages covering agroecological zoning, informal and formal surveys, on-farm trials and tests, and pre-extension campaigns. In practice, these steps do not follow a strict sequence and may overlap. In addition, the lake zone team substituted formal surveys for more detailed informal surveys and short topical surveys during on-farm testing (Enserink et al, in press).

Major Rice Systems in the Maswa and Kwimba Districts

General Description of the Area

Kwimba and Maswa are inhabited by the Wasukuma. The area is situated to the southeast of Lake Victoria. Population density varies between 30 people/km^2 and 100 people/km^2. In the past 50 years settlement patterns have changed drastically (Meertens et al, in press). People started migrating during the 1940 –1950s after bush clearing campaigns to eradicate tsetse fly. Adoption of the ox plow in the 1960s stimulated cultivation in areas dominated by vertisols. The Ujamaa government policy resulted in enforced villagization campaigns in the 1970s.

Annual rainfall ranges from 700 mm in the southeast to 1000 mm in the northwest. The June – October season is dry ; midseason dry spells may occur in January – February. Agriculture is characterized by expansion of annual cropped area and shorter fallows. Cropping patterns have shifted from sorghum and bulrush millet as major cereal crops to maize. Cotton used to be a major cash crop ; currently, its importance depends on prices, reliability of cooperative services, and opportunities to grow other cash crops.

Maize and cassava have become major crops in high-rainfall areas. More frequent use of land has depleted soil fertility. Rice cultivation is feasible on hardpan soils if sufficient runoff can be diverted and trapped. Many households possess neither plows nor oxen ; they either hire or borrow them, or hand-hoe their fields.

Sorghum and maize are important in drier areas. Sweet potato is widely grown ; cassava and rice are insignificant. Security is guaranteed by livestock and cotton. Many households own ox plows. Extensive livestock production is practiced on relatively large fields.

Specialized farming systems, strongly related to certain dominant soils on local catenas, have developed in Sukumaland (FSR Project 1989, in press). Rice only grows on the lower parts of certain catenas. Rainfall, and catena length and slope must yield sufficient runoff. Loamy hardpan soils (*itogolo*) give the best results. Sandy soils (*luseni*) and clayey vertisols (*mbuga*) are less suited because they lack massive subsoils to impede drainage. Moreover, *mbuga* may develop deep and wide cracks. Three rice systems can be distinguished depending on the dominance of *itogolo*.

Production System on the *Luseni*-Dominated Catena

Sandy acid *luseni* soils are located on the upper and middle slopes of steep granite hills. They have limited water storage capacity. High hand-hoed ridges prevent runoff and stabilize crop production. These areas were the first to be inhabited. Farm sizes are small and soil fertility has dropped to low levels. Maize, the major cereal crop, is intercropped with cassava. Rice is grown in bunded fields on the lower slopes, but suitable soils (*itogolo*) are found only over small areas. Labor constraints to weeding are less important. Some intensive practices (eg, seedling nurseries) have been adopted. Only 20 –40 % of the households possess oxen. When manure is used, it is applied to horticultural crops.

Production System on the *Itogolo*-Dominated Catena

Loamy alkaline *itogolo* soils are located on the middle and lower slopes in gently undulating granite landscapes. Lacustrine deposits derived from former high levels of Lake Victoria also played a role in soil formation (Ngailo et al 1993). Hardpan layers limit rooting in the subsoil. They prevent water from percolating to deeper layers. Rice is grown on the lower slopes with trapped runoff water, diverted from the upper and middle slopes. Two or more segments of bunded rice fields are separated by segments serving as water catchment areas to control erosion on long *itogolo* slopes (3 –6 km). In some areas rice cultivation has reached maximum expansion. There is a balance between the water catchment area and potential area suitable for rice production. The upper *itogolo* fields often monopolize runoff water, although they are less suitable for rice cropping. Low fertility and high percolation due to the sandy soil texture are constraints to optimum yield production and runoff use.

Other food crops and cotton are grown on *luseni* soils on the upper slopes. Sorghum is grown on *mbuga* soils on the lower slopes. Cotton and rice compete for land on the middle and lower slopes. Cotton may grow well on the more sandy *itogolo* soils of the middle slopes, which are less prone to waterlogging.

Population pressure is moderate. Between 30 % and 60 % of the households possess oxen. Rice, sorghum, and cotton are broadcast ; other food crops are planted on high hand-hoed ridges. In some villages, however, ox plows are used to construct low ridges for cotton crops. Weeding in rice crops is labor-intensive and because the area planted to rice is

relatively large, labor can become a constraint to weeding. Maintenance of soil fertility poses a problem.

Production System on the *Mbuga*-Dominated Plains

Alkaline *mbuga* clay soils are dominant in only local floodplains. These extensive flats of vertisols were deposited in former lake inlets or as alluvial soils. Cultivation increased rapidly after bush clearing and introduction of ox plows. Flooding is not frequent, although waterlogging may pose a problem. Techniques for rapid seedbed preparation and weeding are required to take maximum advantage of the narrow moisture range of *mbuga* soils. Many households (>70%) own ox plows ; without them timely cultivation is difficult.

Relay cropping of maize and chickpea is the major enterprise. In October maize is sown on the flat by dibbling behind the plow. In April it is cut and stooked and chickpea is sown. The chickpea crop survives on residual soil moisture until August. Plowing is not necessary because of careful weeding, and subsequent maize or chickpea crops can be established by hand-hoe dibbling. These practices ensure timely planting, alleviate labor constraints, and, when flooding occurs, stabilize crop production.

Rice cultivation is only a minor activity because of the high risk involved due to scarcity of runoff water, cracking properties of the soil, and absence of hardpan layers. Moreover, it faces severe competition from maize and chickpea.

Rice-Based FSR/E

Target Area Selection

We focused rice research on the *itogolo*-dominated catena, which is the only system where rice is the main enterprise. As rice has a sufficiently large acreage and yield potential, its management affects all other farming activities and alleviation of its production constraints may have a major impact on the entire system.

Problem Ranking

In the 1989 informal survey, *itogolo* rice farmers identified weeding and soil fertility maintenance as their main problems (FSR Project 1989). Both concerns needed research.

A brief description of the weeding program follows, but a detailed presentation is beyond the scope of this paper. Spraying of herbicides is hampered by high costs. Introduction of ox-drawn equipment or hand implements for weeding is not yet feasible because crops are broadcast and not planted in narrow rows. Besides, oxen are not properly trained and existing hand-weeders for rice are difficult to use for other crops (eg, cotton or maize). As labor shortage is a constraint to weeding, introduction of ox-drawn weeders in cotton and maize crops proved a better option. Enthusiastic farmers claimed this released sufficient labor for better weeding of their rice crops.

The soil fertility maintenance program was conducted over several years in two representative villages. The results of the on-farm rice fertilizer program and its approach are reported in the following sections.

1990 Diagnostic Trial

A fertility management trial was conducted in 1990. The six sites were clustered in two valleys. A randomized complete block design (three replicates/site) was used. Plot sizes were small (6 m^2). Although the treatments were researcher-managed, they were superimposed on existing practices to facilitate farmers' involvement. A range of fertilizer rate treatments (30 kg N/ha ; 20 kg P_2O_5/ha ; 30 kg N/ha + 20 kg P_2O_5/ha ; and 5000 kg manure/ha) were added to farmers' current practice (0 kg N/ha + 0 kg P_2O_5/ha). Local manure (10 % moisture content) was applied before land preparation, triple superphosphate (TSP) at planting, and urea at tillering. Results of a combined statistical analysis across sites provided a pooled yield presentation (Table 1) ; all sites belonged to the same recommendation domain.

Table 1. Paddy yield responses to fertilizer treatments of the 1990 diagnostic on-farm trial in Sukumaland, Tanzania.

Treatment and level	Yield (kg/ha)	Yield increase (kg/ha)
Farmers' practice	2929	-
Manure, 5000 kg/ha	3310	381
20 kg P_2O_5/ha	3412	483
30 kg N/ha	4332	1403
30 kg N/ha + 20 kg P_2O_5/ha	4409	1480

Based on Meertens et al 1991.

Treatment yields differed significantly ($P < .01$), mainly due to high responses to urea and lower responses to phosphate and manure. Based on a partial budget analysis of adjusted yields (CIMMYT 1988), only urea use was recommended. The marginal rate of return on urea was high (1100 %), but that on TSP was low (130 %) (Meertens et al 1991).

Farmers referred to only the visual effects of urea. Although they obtained higher yields with manure, they complained about increased weed competition and labor requirements. As local manure contains a high amount of weed seed, farmers felt that it could only be used on transplanted rice fields. In early applications, the seeds germinate by the time the fields are plowed. However, rice is broadcast on the *itogolo* dominated-catena. This recommendation is more appropriate for the *luseni*-dominated catena, where transplanting is more common. Alternatively, manure can be applied to crops grown on ridges. Each year, old ridges are split and any applied manure is buried deeply. This reduces weed infestation.

Rainfall and runoff were adequate in 1990. Only 1 out of the 18 replicates (6 %) had to be abandoned due to drought. As this failure occurred at an early stage, in January, no urea was wasted. Stability of the urea recommendation was not affected.

1991 Verification Test

In 1991 we focused exclusively on urea. A test was conducted in four valleys. In each valley, six rice fields were selected, based on their position (upper, middle, lower) in the catena. The test was farmer-managed ; it only differed from local farming practices in the application of urea (30 kg N/ha), which was broadcast in strips across fields. The

treatment areas were sufficiently large (120 m^2) to allow extension workers to use them for demonstrations.

The objective was to establish whether the temporary recommendation was stable across different production environments. Although the test was farmer-managed, its design still allowed accurate data collection. Three paired observation plots in fertilized and nonfertilized areas were selected from each field to form a sample. Pairing was necessary to conduct sign tests and paired t-tests as substantial variations in management were expected. The effect of urea on yields could be accurately established with this design. It also provided an efficient framework for collecting additional research data.

Although differences in valleys, tillering, and water level at application time influenced response to urea, the overall recommendation was not changed. Use of urea resulted in higher rice yields at all sites. In the combined analysis it significantly (n = 23 ; P <.005) increased mean paddy yields from 4067 kg/ha to 4708 kg/ha. Its marginal rate of return was high (1300 %). The temporary recommendation proved to be stable.

Additional results (Table 2) allowed a better targeting of the recommendation ; conditional clauses could also be integrated (Meertens et al 1992). Yield and response to urea were influenced by the choice of valley ; detailed analyses further revealed that differences between valleys in runoff supply and soil texture were responsible for this.

Table 2. Paddy yield response to urea in relation to soil texture, rice tillering stage, and water level at time of application in Sukumaland, Tanzania.

Variable[a]	Level [b]	Yield increase	
		Kg/ha	%
Sand	41 –55 % (n = 9)	596	14
	56 –70 % (n = 9)	679	15
	71 –85 % (n = 5)	713	22
Tillering stage	1 –3 tillers (n =30)	658	18
	3 –5 tillers (n =30)	613	14
	5 –9 tillers (n = 6)	426	10
Water level	0 –5 cm (n = 20)	799	22
	5 –15 cm (n = 29)	705	16
	15 –30 cm (n = 14)	441	10

a. Tillering stage and water level results are based on sample plot data ; percentage of sand results are based on site data (Meertens et al 1992).
b. Number of observations in parentheses.

The team continued recommending urea application (30 kg N/ha). Preconditions related to weeding, thinning, and gap filling in rice fields were added. The highest responses were obtained in muddy conditions (water level 0 –5 cm), during early crop stages (1 –3 tillers), and on less fertile, sandy fields. Targeted advice is important to farmers with management options. However, it should be flexible ; good responses are also obtained with water levels up to 15 cm and at 5-tiller stage.

Rainfall and runoff were sufficient in 1991. Only 2 out of the 24 test fields (8 %) were abandoned because dry conditions prevented planting. Only one suitable substitute site could be found. As no crop had been planted in the abandoned test fields, no urea was wasted. Stability of the recommendation was not affected.

1992 Preextension Campaign

The urea recommendation had to be exposed to a wider audience. Farmers' access to urea would improve only if policymakers were convinced. The 1992 campaign was directed by the extension services ; 150 –200 households agreed to participate (October 1991). Data were collected from 120 selected fields, representing different catena positions.

Farmers preferred a simple design. Fields were bisected and urea (30 kg N/ha) was applied in only one half. Yields were estimated from three random samples. Estimates of urea effects were less accurate because of the higher degree of variation.

Rainfall and runoff were extremely limited in 1992. Drought until late March forced many farmers to abandon rice cultivation. In December 1991, when the research subsample was taken, many fields still had to be plowed. In February 1992, only 60 potential participant farmers remained. They received urea, but only 30 farmers ultimately applied it. In April 1992 urea was still stored by the other farmers (Bunyecha 1993).

Urea significantly (n = 30 ; P <.005) increased paddy yields from 3057 kg/ha to 3881 kg/ha (Kajiru 1993). Its marginal rate of return was high (1570 %). Minimum return analyses (CIMMYT 1988) confirmed the stability of the recommendation (Kajiru 1993). Results also encouraged farmers ; 96 % of those who applied urea were willing to buy it in 1993 (Bunyecha 1993). Other results confirmed earlier findings (Kajiru et al 1993).

The campaign highlighted the high risks involved in rice production. Only 15 –20 % of the households participating in the campaign completed the crop cycle. Similar results were recorded in Kwimba district in 1992 (FSR Project, in press).

However, risks in rice cultivation should not be imputed on urea use. Urea is a low-risk investment as farmers apply it late in the season, when the success or failure of a crop can already be predicted. Clear conditional recommendations can be formulated for broadcast crops based on the amount of trapped water in January. Recommendations for transplanted crops are easier because no seedlings are transplanted if water is insufficient.

1991 –1992 Surveys

The 1991 survey in Sengerema studied the logic of farmers' rice management practices (Meertens, Ndege 1993). The 1992 surveys in Sengerema (Bunyecha 1993) and Kwimba (FSR Project, in press) studied farmers' management options after drought.

Farmers prefer to locate rice fields on *itogolo* as they can rapidly establish and maintain high water tables to counter unreliable rainfall and risk of dry spells. Many cultivars (eg, Tondogoso) were locally selected for their high watertable tolerance. However, recently rice cultivation has been extended to less suitable, upper *itogolo* fields, where the early maturing variety Turiani (= cv Super India) is grown because of its higher tolerance to dry conditions. The relationship between choice of variety and response to urea is not straightforward ; choice of variety was confused with positioning of fields on slopes. Fortunately, effects of urea were so powerful that they could easily accommodate such

minor variations ; adaptation of the recommendation was not warranted.

Local households prefer to plant a substantial area (1 ha) to rice. Crops are broadcast to save labor. As upper fields are the first to receive runoff, they often serve as nurseries. High seed rates produce a surplus of seedlings. These are used at a later stage during transplanting or gap filling in the lower fields. Labor requirements are thus spread to minimize risks. Partial transplanting often results in a mix of rice varieties.

If runoff is still insufficient by December, chances that the crops will survive the January – February dry spells are remote. Transplanting in March may then be an option, depending on seedling availability and timeliness of rainfall. Otherwise farmers often regard the season as lost. In severely dry years 60 –80 % of the bunded fields remain fallow. Management options exist to balance the system.

In a good rainy season most bunded fields fill up with water ; if farmers also ensure good weed control, they can obtain high paddy yields (>2500 kg/ha). In such seasons no other crop can compete with rice ; cotton cultivation is then at its lowest. The opposite occurs in dry years when most rice fields remain fallow. More cotton is planted (December – February) and proper weed control is ensured.

Once it is evident that rice will not provide sufficient food, households increase their acreage under sweet potato, which is planted until April. Those having access to *mbuga* plots, plow additional fields in March – April to plant sorghum. They use early maturing varieties that complete their growing cycle on residual soil moisture. The traditional, late maturing sorghums are rapidly being replaced by new early maturing sorghums (cvs Gakula, Mwanagudungu). Rapid shifts during the past decade indicate that farmers are still experimenting (FSR Project, in press). The new varieties are mainly disseminated through informal channels.

Campaigns in the 1980s promoted fertilizer use among farmers. After the recent collapse of credit schemes, their access to fertilizers has been curtailed. Although paddy yield responses in the urea research program impressed them, distribution of urea was seen as a major constraint (FSR Project, in press ; Kajiru et al 1993).

Implications for FSR/E, Commodity, Extension, and Development Programs

Initially our task was well-defined : to develop adaptive recommendations for fertilizer use in rice crops. However, research boundaries soon widened ; the focus shifted from rice to the entire farming system. Gradually we understood how local farmers operate their system. As farmers seek to optimize their entire system, a farming systems perspective was incorporated in the entire zonal research program and its components. FSR/E needed to become an "umbrella" that offered guidance and shelter for relevant zonal developments, as evidenced by the following examples.

Although rice has become a major crop, rice research at Ukiriguru is still conducted by the Minor Cereal Section. The Mwabagole substation was specifically selected for rice research in 1935, but it currently operates on a care and maintenance basis. As Mwabagole is situated on *mbuga*, it does not represent the current major rice production system on *itogolo*. In the past, its rice crops were irrigated.

Priorities in rice research are currently set by a national coordinator, who is not based at Ukiriguru. The national program focuses on intensive rice cultivation (irrigation, high fertilizer rates of 60 –120 kg N/ha, transplanting in rows, high yielding varieties). Its results are not applicable in Sengerema. The local rice system demands entirely different selection criteria, especially for variety improvement.

Similar conclusions can be drawn for sorghum research. The program is led by a national coordinator who is not based at Ukiriguru. Local farmers require earlier maturing varieties. Farmers will probably grow these varieties only if rice crops fail, but not each year. Recommendation conditions should assist farmers in" playing seasons by ear." Rural Development Programmes can provide assistance as sufficient seed must be stored for distribution in seasons when rice fails.

Rice is a labor-intensive crop and weeding is often hampered by inadequate manpower. As labor shortage is a general systems constraint, its solution can also be found elsewhere. Introduction of suitable ox-drawn weeding and ridging equipment for other crops (cotton, maize) was studied. The livestock research program shifted its focus from breeding to improved use of local breeds. Collaboration with Rural Development Programmes and entrepreneurs was established for sustainable supply and maintenance of equipment.

At present, fertilizer recommendations are proposed for all crops (based on biological criteria) without taking into account specific investment opportunities for and constraints to each system. Consequently, scarce research resources are wasted and adoption rates are low. Local research efforts should be prioritized using a farming systems perspective. Ways in which local farmers can obtain the highest returns from scarce funds should be studied. The crop and conditions for mineral fertilizer use should be specified, if such investments offer the best option. Rural Development Programmes must play a specific role ; they should serve as catalysts for improvement of input supply. However, it is difficult to interest private stockists if demand shows large annual fluctuations (eg, urea use in rice).

These remarks are not intended as criticisms ; they only illustrate that Ukiriguru needs to reinforce its zonal research strategy. Constraints (eg, labor, capital) that are linked to a larger system cannot be adequately addressed by local commodity programs. Another zonal forum is required to formulate and prioritize such local research efforts. Similarly, local commodity sections need to be strengthened to provide sufficient feedback to their national program coordinator. Local commodity programs need to urgently improve their relevance by taking into account prevailing environmental conditions and local management practices.

These observations also highlight the need for greater coordination between different research and development-oriented programs. A zonal forum that prioritizes research and extension proposals from a local farming systems and

client-oriented point of view is needed. It is recommended that the recently established Zonal Advisory and Technical Executive Committees should be entrusted with these tasks. Zonal FSR/E teams are expected to play a leading role in the development of relevant zonal strategies.

References

Bunyecha K. 1993. Assessment of rice urea technology : farmers' point of view. Field Note No. 35. Ukiriguru, Tanzania : Lake Zone FSRP. (In press)

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). 1988. From agronomic data to farmer recommendations : an economics training manual. Mexico City, Mexico : CIMMYT. 79 pp.

Enserink H, Bunyecha K, Bosch C, Meertens H, Tamminga K, Penninkhoff E. From theme to on-farm experimentation : Lake Zone, Tanzania. *In* Setting research priorities towards effective farmer-oriented research (Meindertsma D, Huijsman A, eds.). Amsterdam, The Netherlands : Royal Tropical Institute (KIT). (In press)

FSR Project. 1989. Diagnostic survey of Maswa and Meatu Districts (phase 1 : informal survey). Working Paper No. 4. Ukiriguru, Tanzania : Lake Zone FSRP. 64 pp.

FSR Project. Informal survey Kwimba District. Working Paper No. 8. Ukiriguru, Tanzania : Lake Zone FSRP. (In press)

Kajiru G. 1993. Results of a farmer-implemented test concerning urea use in rice cultivation, Maswa District 1991/92. Field Note No. 31. Ukiriguru, Tanzania : Lake Zone FSRP. 23 pp.

Kajiru G, Kileo R, Budelman A. 1993. In search of recommendations for farmers : dealing with environmental variation in semi-controlled wet rice cultivation. Ukiriguru, Tanzania : Lake Zone FSRP. 15 pp.

Meertens H, Ndege L. 1993. The rice cropping system in Sengerema Division, Maswa District. Field Note No. 37. Ukiriguru, Tanzania : Lake Zone FSRP. 67 pp.

Meertens H, Ndege L, Enserink H. 1991. Results of the rice on-farm trial using a farming systems perspective, Maswa District 1989/90. Field Note No. 13. Ukiriguru, Tanzania : Lake Zone FSRP. 47 pp.

Meertens H, Ndege L, Enserink H. 1992. Results of the urea test in farmers' rice fields ; Maswa District 1990/91. Field Note No. 26. Ukiriguru, Tanzania : Lake Zone FSRP. 53 pp.

Meertens H, Ndege L, Enserink H. Dynamics in farming systems : changes in time and space in Sukumaland, Tanzania. Amsterdam, The Netherlands : Royal Tropical Institute (KIT). (In press)

Ngailo J, Shaka J, Kips P, Van der Wal F. 1993. Land-use optimalisation along the Sukuma catena in Maswa District, Tanzania. Tanga, Tanzania : National Soil Service. 8 pp.

Desarrollo Metodológico para la Aplicación del Enfoque de Sistemas en América Latina

Escobar Germán

Red Internacional de Metodología de Investigación en Sistemas de Producción (RIMISP), Casilla 244, Correo 34, Santiago, Chile

Resumen

Este trabajo contiene un resumen de los procesos metodológicos desarrollados por la Red Internacional de Investigación en Sistemas de Producción, RIMISP, para la aplicación del enfoque de sistemas a la generación y transferencia de alternativas tecnológicas de producción. Incluye metodologías para tipificar sistemas de producción o fincas, análisis de registros dinámicos de fincas, diseño de alternativas de producción, evaluación ex-ante de las alternativas y evaluación de adopción de tecnología por los pequeños productores de América Latina.

Palabras claves

Sistemas de producción, metodología, tipificación de fincas, análisis dinámico, evaluación ex-ante, adopción de tecnología.

Résumé

Méthodologies pour l'application de la démarche systémique en Amérique latine.

*L'auteur présente une synthèse des méthodologies mises au point par le RIMISP (*Red Internacional de Investigación en Sistemas de Producción*, réseau international de recherche sur les systèmes de production) pour l'application de la démarche systémique à la création et au transfert d'alternatives technologiques de production : méthodologies de caractérisation de types de systèmes de production ou d'exploitations, analyse des registres de suivi dynamique d'exploitations, conception d'alternatives de production, évaluation ex-ante des alternatives, et évaluation de l'adoption de technologies par les paysans latino-américains.*

Abstract

Development Methodology for the Application of a Systems Approach in Latin America

This paper reviews the methodologies developed by the International Research Network on Farming Systems (Red Internacional de Investigación en Sistemas de Producción, RIMISP) *for the application of a systems approach to the design and transfer of alternative farm technologies. It focuses on methodologies for the definition of farming systems and farms, monitoring of farming systems, development of alternative farming methods, evaluation of alternative solutions prior to implementation, and assessment of the adoption of these technologies by small farmers in Latin America.*

Introducción

A partir de 1986, la Red Internacional de Metodología de Investigación en Sistemas de Producción, RIMISP, ha definido una agenda de investigación aplicada a la conformación de un cuerpo metodológico que facilite la aplicación del enfoque de sistemas a la generación y transferencia de alternativas de producción, enfocado primordialmente a los pequeños agricultores (campesinos) de América Latina.

En este esfuerzo, RIMISP ha reunido 33 instituciones y proyectos de 13 países del continente. Algunas de ellas dedican uno o más proyectos de investigación a ensamblar la metodología, en tanto que otras prueban los métodos recomendados para evaluar su aplicabilidad en diferentes condiciones.

Sobre la experiencia de unos veinte años de aplicación del enfoque de sistemas a la investigación agropecuaria en América Latina, RIMISP ha definido una serie de etapas dentro del proceso de investigación (figura 1). Sobre esta base, los técnicos asociados a la Red han seleccionado aspectos que, desde el punto de vista de la metodología de investigación, presentan mayores dificultades de ejecución, o no permiten llegar a resultados que sean utilizables en las siguientes etapas del proceso de investigación. De esta manera, las instituciones asociadas a RIMISP han realizado esfuerzos para desarrollar metodologías en las etapas de tipificación, registro dinámico de fincas, diseño de alternativas tecnológicas y evaluación ex-ante (modelización). Adicionalmente, RIMISP ha incursionado en temas que so-

portan varias de las etapas señaladas, tales como la redefinición de los dominios de recomendación, el análisis del proceso de toma de decisiones del agricultor, la adopción de tecnología y en temas que cruzan todas las etapas del proceso, como la sostenibilidad del sistema agrícola, la perspectiva de género, las relaciones micro-macro, la viabilidad económica y las estrategias de producción como parte integral del diseño de alternativas.

Este trabajo pretende hacer una síntesis de la metodología y resumir algunos resultados obtenidos en la tipificación de sistemas de producción, el análisis dinámico de información, el diseño de alternativas y su relación con los temas que permiten aplicar un enfoque integral, la evaluación *ex-ante* y, finalmente, algunos aspectos de los métodos de evaluación de la adopción de tecnología a nivel del sistema de producción.

La Tipificación de los Sistemas de Producción

Las ventajas y utilidad de la tipificación de sistemas de producción se relacionan con los postulados básicos de la jerarquización de los sistemas y la necesidad de generar tecnología apropiada a las condiciones del pequeño agricultor (Hart, 1990). Al seleccionar el sistema de producción como el sistema objetivo para los programas de desarrollo agrícola, el conocimiento de las circunstancias del agricultor constituye la información central para diseñar alternativas de producción que aceleren el proceso de desarrollo e inserten al agricultor en la economía nacional.

Sin embargo, las diferencias fisicobiológicas, socioeconómicas y culturales en un mismo país o región, hacen que aun en zonas de pequeños agricultores se dé una gran heterogeneidad entre los sistemas de producción. Esta condición tiene efectos directos en las posibilidades de introducir cambios tecnológicos y adoptar ciertas estrategias de producción. Es claro que puede ser necesario diversificar la oferta tecnológica para grupos de sistemas de producción y que las estrategias de producción pueden ser también diferentes. Consecuentemente, esta heterogeneidad es una gran dificultad para los equipos técnicos que inician acciones en una área determinada y que tienen tiempo y recursos limitados para cumplir sus objetivos.

La revisión de los métodos de clasificación (tipificación) utilizados permitió las siguientes conclusiones (Escobar y Berdegué, 1990) : a) las clasificaciones basadas en una característica de la población (e.g., tamaño de las propiedades, ingreso, etc.) no dan cuenta de la variabilidad de factores importantes para introducir cambios tecnológicos o estratégicos. b) la selección de unidades de clasificación diferentes al sistema de producción (finca), tales como el municipio, la provincia, no capturan las variables necesarias para generar tecnología apropiada. c) no es posible llegar a una clasificación universal. Las variables clasificatorias varían según el objetivo de la clasificación de los agricultores (e.g., desarrollar un programa de crédito, organizar un plan de irrigación, generar y transferir tecnologías, etc.).

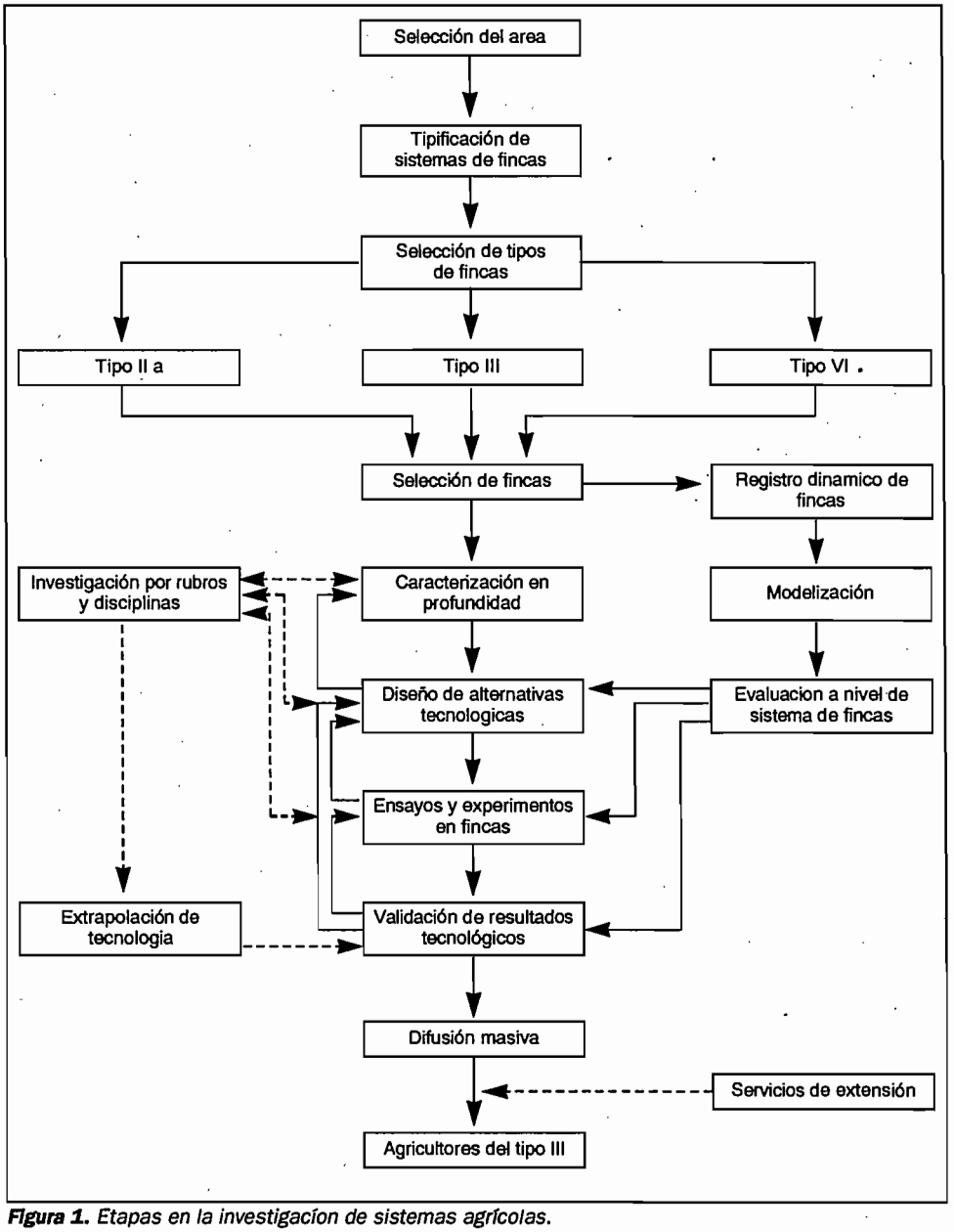


Figura 1. *Etapas en la investigacion de sistemas agrícolas.*

Frente a estas condiciones, RIMISP elaboró y probó una propuesta metodológica que se sintetiza como sigue (Escobar y Berdegué, 1990) : a) determinación de un marco teórico específico ; b) selección de tipos de variables a nivel del sistema de producción ; c) recolección de información ; d) análisis estadístico, interpretación y determinación de los tipos ; e) validación de la tipología y f) clasificación de nuevos sistemas de producción. De estos puntos, los de mayor interés para los efectos de este trabajo son el marco teórico, la selección de tipos de variables, la aplicación de las herramientas estadísticas y la validación de la tipología.

La definición del suprasistema, el sistema objetivo y los subsistemas de interés forman el primer pilar del marco teórico. El objetivo de la tipificación y su uso esperado son también determinantes de la fase de conceptualización. Este marco conceptual debe completarse con la definición de variables que se van a utilizar para la formación y análisis de la tipología.

La selección de variables está en función del marco teórico referido. La experiencia en seis países, de nueve aplicaciones de la metodología para fines de generación y transferencia de tecnología apropiada, permite identificar los siguientes grupos de indicadores (Escobar y Berdegué, 1990) : del tamaño de la finca ; del nivel de capitalización ; de la estructura de la mano de obra disponible y empleada dentro y fuera de la finca ; de los sistemas productivos existentes ; del nivel de intensificación tecnológica ; del tipo de tenencia de la tierra ; de la calidad del suelo ; de la composición del ingreso familiar ; del tipo y grado de articulación con los mercados de productos ; de localización geográfica y agroecológica y de la capacidad de gestión y habilidades de los productores.

Las herramientas estadísticas son de tipo multivariado y se integran en la siguiente cadena : a) selección de atributos que se comporten como variables (coeficientes de variación para asegurar poder discriminatorio) ; b) análisis factorial (componentes principales) o correspondencias múltiples para reducir la dimensión del problema ; c) análisis de conglomerados, empleando como variables clasificatorias los factores principales ; d) determinación de los tipos de sistemas de producción (interpretación de resultados de dendrogramas) ; e) análisis discriminante para clasificación a posteriori de nuevas fincas no contenidas en la información inicial (estimación de funciones probabilísticas).

La validación de las tipologías es una actividad doble : de constatación con el marco teórico y de constatación empírica con informantes calificados.

Análisis de Registros Dinámicos de Fincas

Un alto número de proyectos de generación y transferencia de tecnología dedicaron amplios recursos al seguimiento dinámico de los sistemas de producción, con el fin de complementar la caracterización de los mismos. La racionalidad de este esfuerzo se basa en que la disponibilidad de registros en el tiempo permite conocer las reacciones de los productores ante condiciones climáticas y parámetros biológicos, la disponibilidad de mano de obra y capital de trabajo, la combinación de subsistemas de producción y las estrategias de mercado, entre otros, al tiempo que facilita la creación de bancos de información para evaluaciones posteriores dentro del proceso de investigación y transferencia de tecnología.

RIMISP quiso contribuir a ensamblar una metodología de análisis de esa información, considerando que, en muchos casos, dicho análisis tenía características estáticas y podía realizarse con información más fácil y barata de obtener. Preguntas con respecto a la selección de la muestra, la frecuencia de la recolección de la información, el grado de detalle de la información y el enfoque analítico fueron las guías de los trabajos que sobre este tema desarrollaron algunas instituciones asociadas a RIMISP (Quijandría et al, 1990 ; Arze y Russo, 1991 ; Ramírez, 1993).

Para seleccionar métodos analíticos, se compararon cuatro herramientas (Quijandría et al, 1990) : diseño y uso de hojas dinámicas, tablas de insumo- producto, programación lineal y modelos de ecuaciones múltiples. Descartando el uso de modelos de ecuaciones por su complejidad y especificidad, las tablas de insumo-producto permiten un nivel de desagregación que representa bien la finca y puede combinarse con la simulación contenida en los modelos de programación lineal. Sin embargo, se trata de herramientas que, en general, no capturan completamente la dinamicidad del sistema de producción y no permiten "entender" el proceso de toma de decisiones del agricultor, ni los efectos de estas decisiones sobre los diferentes componentes del sistema.

Por razones de simplicidad y ante la posibilidad de disponer de flujos de insumos, productos, caja, mano de obra y su relación con algunos fenómenos fisicobiológicos, se recomendó diseñar y utilizar hojas electrónicas, para lo cual se ofrecen guías de acción específicas, indicando la estructura de los archivos dinámicos de información y la construcción de las hojas de salida, utilizando el programa Lotus (Quijandría et al, 1990).

Asimismo, se diseñan hojas de trabajo que combinan bases de datos y simulación. Este modelo presenta las siguientes características : analiza agroecosistemas agrícolas, pecuarios y los que incluyen actividades no agropecuarias ; proporciona información mensual y anual de los subsistemas ; agrega agroecosistemas manteniendo información individual y produciendo flujos mensuales agregados ; define perfiles de uso de mano de obra, insumos, costos por parcela y unidad empleada, produciendo flujos mensuales individuales y agregados ; mantiene una estructura de archivo patrón ; acepta modificación de algunos parámetros y simula los cambios producidos por esas variaciones (Arze y Russo, 1991).

Se probó una combinación de análisis de flujos con las hojas de trabajo para después construir un modelo de programación lineal que refleje las principales variaciones de los flujos. Esta combinación captura la ventaja de conocer el estado actual y su potencial de maximización, al tiempo que permite establecer la base para realizar evaluaciones *ex-ante* del diseño de alternativas productivas (Chaparro et al, 1991).

Dada la demanda de recursos para obtener la información dinámica, se adelantó el análisis de una acción de campo alternativa : completar una tipificación de los sistemas de pro-

ducción, describir las características de los tipos seleccionados para trabajar y realizar una encuesta en profundidad que reconstruya los flujos más representativos del sistema de producción. Los resultados indican que una entrevista semiestructurada en profundidad registra los componentes del sistema, sus funciones e interacciones del sistema de producción, reduciendo substancialmente el costo y tiempo para de obtener la información. Quedan por resolver problemas de percepción y entrenamiento del equipo que aplica la encuesta y problemas de calidad de información con tipos de sistemas de producción menos orientados hacia la producción comercial (Ramírez et al, 1992).

Diseño de Alternativas para el Sistema de Producción

El diseño de alternativas es considerado por muchos investigadores como la etapa crucial del proceso (figura 1). Al mismo tiempo, algunos sostienen que es la etapa más débil y requiere un equipo multidisciplinario, capacidad analítica y de síntesis para producir alternativas apropiadas.

Tradicionalmente, la fase de diseño se ha relacionado con alternativas tecnológicas destinadas a mejorar la producción y la productividad del sistema de finca, enfocando los subsistemas de producción (Escobar y Moreno, 1984). Los fenómenos de apertura económica, el acceso a la información, la integración regional, las condiciones de competitividad y nuevas políticas de desarrollo obligan a introducir nuevos alcances a la fase de diseño para incluir no sólo subsistemas sugeridos por el mercado, sino estrategias de producción, integración y transformación que respondan a las condiciones de mercado y maximicen las posibilidades productivas y económicas de los pequeños agricultores.

RIMISP ha dedicado uno de sus encuentros internacionales a intercambiar experiencias sobre el tema de diseño. Funcionalmente se establecieron los siguientes criterios (Berdegué, 1992) : a) un ordenamiento jerárquico que incluya los niveles macro (nacional), la región, la finca o sistema de producción (sistema objetivo) y los subsistemas de producción ; b) la incorporación de las relaciones micro-macro que tengan efecto inmediato sobre las alternativas de producción a nivel de la finca ; c) temas subyacentes que deben estar presentes en el diseño y cruzan los niveles jerárquicos : sostenibilidad del desarrollo agrícola, la perspectiva de género y la viabilidad económica de las alternativas diseñadas. Estas relaciones se esquematizan en la figura 2.

Desde el punto de vista de los instrumentos metodológicos, se plantean varias posibilidades que requieren aplicación y comparación entre sí. A nivel nacional es posible utilizar el análisis macroeconómico que explique la racionalidad de oportunidades productivas, el análisis histórico estructural y la evaluación de la sostenibilidad de relaciones ambientales, económicas y sociales (trade-offs). A nivel regional se pueden analizar las ventajas comparativas de ciertas especializaciones, evaluación económica de los mercados, análisis de condiciones y posibilidades de producción (GIS y/o programación matemática), evaluación de sostenibilidad de fenómenos de carácter colectivo espacial (agua, bosques, mantenimiento de cuencas, etc.). Al nivel del sistema de producción o finca es pertinente utilizar el análisis agregado de los componentes (programación matemática), flujos y limitantes de factores de producción, acceso a servicios de infraestructura de producción, estrategias de producción para potenciar las oportunidades del mercado (sistemas de expertos), potencialidad fisicobiológica, posibilidades de integración vertical y horizontal, diferenciación de labores, control y acceso por género, viabilidad económica a nivel de la finca (análisis exante, productividad mínima, reasignación agregada de los recursos, etc.) y evaluación de la sostenibilidad (estabilidad y persistencia). Al nivel de los subsistemas, se pueden utilizar los análisis de viabilidad biofísica y económica (análisis microeconómico) y evaluación de la sostenibilidad ecológica y económica de los subsistemas (Miranda, 1992 ; Maino, 1992 ; Escobal y Castillo, 1992 ; Monardes, 1992 ; Estrada, 1992 ; Arze, 1992).

Evaluación *ex-ante* de las Alternativas de Producción

En la medida en que al diseño de alternativas se incorporan componentes, estrategias y temas subyacentes, la complejidad crece rápidamente y se contrapone a las normales limitaciones de recursos y límites de tiempo de los proyectos en el campo. Una alternativa viable es aplicar algunos métodos de evaluación que orienten al equipo técnico sobre la dirección, apropiabilidad, aceptabilidad y consecuencias

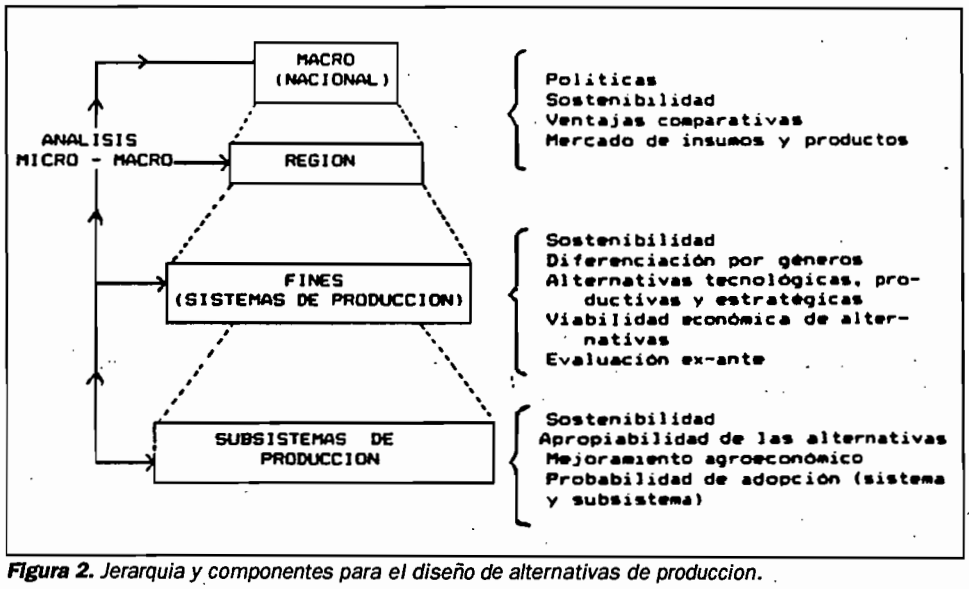


Figura 2. *Jerarquia y componentes para el diseño de alternativas de produccion.*

inmediatas de los elementos de cambio incluidos en el diseño de alternativas.

Los métodos de evaluación ex-ante aplicados a las alternativas diseñadas pueden clasificarse en : a) aquellos que evalúan las alternativas bien en sí mismas o frente a aquellas actividades que quieren sustituir (evaluación de componentes o de subsistemas de producción) y b) los que evalúan todo el sistema de producción, incorporando las alternativas diseñadas para algunos subsistemas o estrategias de producción o integración.

RIMISP ha incorporado conocidas técnicas de evaluación que se aplican a los componentes y subsistemas de producción. Tal es el caso del análisis ex-ante de costos de las modificaciones propuestas ; el análisis de sensibilidad y mínima producción requerida ; la comparación de los requerimientos de las alternativas diseñadas con los factores disponibles y limitantes del agricultor ; el análisis de factibilidad agroeconómica en diferentes escenarios (análisis de presupuesto parcial y retorno a factores de producción) ; el análisis de viabilidad de implementación ; el análisis de estrategias de mercado para productos de la finca y/o agregación de valor a los mismos y la comparación de indicadores económicos con las propias prácticas del productor en subsistemas o estrategias que se quieren sustituir (Escobar y Hernández, 1983).

Para la selección de métodos para la evaluación de las alternativas diseñadas, contemplando la asignación total de recursos y las interacciones de los subsistemas, RIMISP ha realizado una revisión de modelos matemáticos de simulación y optimización. Dadas las restricciones de este tipo de modelos y la complejidad de las condiciones del pequeño agricultor, se han realizado varias aplicaciones de Modelos de Programación Multicriterio (Maino, M. et al, 1993).

Específicamente, se han aplicado modelos de Programación Multiobjetivo, el Modelo Interactivo STEP y el Modelo de Programación Compromiso, ya que los tres permiten tener en cuenta más de un objetivo para reflejar la función de utilidad del agricultor pequeño. Se ha concluido que la programación multiobjetivo es una herramienta útil y aplicable para evaluar ex-ante las alternativas de producción, teniendo en cuenta todo el sistema de producción. No existe una técnica (modelo) superior a las demás y todas ofrecen ventajas y desventajas : la programación multiobjetivo potencia mejor la función descriptiva ; la programación compromiso parece ser un buen complemento de la programación multiobjetivo ; aunque los modelos interactivos mejoran la capacidad de elección, son exigentes en información.

La utilización de las técnicas de evaluación ex-ante a los componentes y subsistemas y al sistema de producción completo no es contradictoria, sino más bien complementaria. El hecho que una alternativa sea incorporada en todo el sistema no garantiza que sea biológica y económicamente atractiva, porque la maximización recae sobre todo el sistema. Consecuentemente, es necesario asegurarse que el componente, subsistema o estrategia sea económicamente viable como alternativa y que, además, sea potencialmente incorporable al sistema de producción. El reto inmediato es incorporar restricciones y técnicas de producción/manejo que aseguren la sostenibilidad (económica y biofísica) de las alternativas de producción.

Evaluación de la Adopción de Tecnología

El desarrollo metodológico para la evaluación de adopción de tecnología está enfocado a desarrollar índices de adopción en subsistemas de producción y a generar relaciones correlativas de los adoptantes con algunas características del sistema de producción o finca (Monardes et al 1990, 1993).

La metodología tiene dos grandes partes : la determinación de las alternativas tecnológicas que deben ser adoptadas y los subsistemas que deben ser reemplazados, por una parte, y la medición de la adopción a nivel de los subsistemas y su relacionamiento con algunas características del sistema finca, por la otra.

La determinación de las especificidades de las alternativas se adelantó con los investigadores que generaron las alternativas. Los subsistemas que deben ser reemplazados se definen con informantes calificados y mediante análisis estadístico multivariado (análisis discriminante) se comprueba la existencia de grupos diferentes de subsistemas, dadas algunas características del sistema de finca.

Para medir la adopción de recomendaciones específicas en los subsistemas de producción (rubros) se adelantan los siguientes pasos ; a) determinación de una función de respuesta (regresiones múltiples) de la cual se utilizan los coeficientes de regresión estandarizados (_s) como ponderadores de las distintas prácticas y utilización de insumos en la producción ; b) determinación de índices de adopción, estimando el rendimiento esperado de cada agricultor al reemplazar sus propios coeficientes técnicos en la función de respuesta. El índice se establece para cada agricultor según la relación (rendimiento esperado/rendimiento máximo posible) x100 ; c) ordenamiento de los productores analizados según el índice de adopción, con el fin de agruparlos o analizar los resultados, según las hipótesis de trabajo y/o los objetivos del proyecto.

La relación del índice de adopción con algunas características del sistema de producción o finca, se completa utilizando modelos de regresión múltiple que relacionen el índice de adopción (variable dependiente) con algunas características del sistema (variables independientes), según el contenido del marco conceptual utilizado para especificar los modelos.

Esta metodología se ha aplicado en Chile para evaluar la adopción de tecnología transferida en los subsistemas de maíz irrigado, trigo con y sin riego, chícharo, garbanzo y ganadería ovina. En todos los casos la metodología ha servido sus propósitos. La evaluación de niveles de adopción muestra gran heterogeneidad entre los pequeños agricultores en cuanto a las prácticas y los subsistemas, dejando de manifiesto una evaluación parcial como respuesta de los factores limitantes del pequeño agricultor. Se encontraron relaciones de adopción con factores económicos de las alternativas de producción y factores como la educación, capacidad de gestión, niveles de capital, aversión al riesgo y la localización geográfica.

Conclusión

La labor continuada y un esquema de trabajo de definición-conceptualización- desarrollo-prueba en gran número de proyectos activos, han permitido a RIMISP ir ensamblando un cuerpo metodológico que facilite la aplicación del enfoque de sistemas a las tareas de generación y transferencia de tecnologías y estrategias a nivel del sistema de finca.

En este documento se presenta una síntesis de los métodos probados en algunas de las etapas de investigación aplicada. Las referencias contienen los pormenores técnicos, los marcos conceptuales que generan las aplicaciones metodológicas y las aplicaciones específicas en los países en que se ha generado la información.

Si bien es posible formular varias preguntas empíricas sobre los métodos utilizados, también se reconoce la utilidad de los métodos desarrollados. De hecho, RIMISP mantiene una actividad permanente de capacitación a técnicos responsables por acciones de desarrollo rural, generación y transferencia de tecnología en un buen número de países del continente, estrictamente establecida sobre la base de demandas específicas de los equipos e instituciones nacionales.

Este cuerpo metodológico continúa su desarrollo en cuatro líneas principales de trabajo que han sido priorizadas por RIMISP : sostenibilidad del desarrollo agrícola, las relaciones micro-macro, el diseño integral de alternativas de producción y la transferencia de tecnología.

Referencias bibliograficas

Arze, J. y Russo, J. L., 1991. Hoja de Trabajo para Información Dinámica de Seguimiento en Sistemas de Producción. IV Encuentro Internacional de RIMISP. Salcedo, Ecuador, 30p.

Arze, J., 1992. Sistemas de Expertos y Fase de Diseño de la Metodología para la Investigación y Desarrollo de Alternativas Tecnológicas. V Encuentro Internacional de RIMISP. Texcoco, México, 20p.

Berdegué, J. A., 1992. Objetivos de la Etapa de Diseño en la Metodología de Sistemas de Producción. V Encuentro Internacional de RIMISP. Texcoco, México, 12p.

Chaparro, O., Rodríguez, P. y Carvajal, G., 1991. Análisis de la Información Dinámica de los Sistemas Productivos del Area de la Hoya de los Ríos Suárez y Chicamocha. IV Encuentro Internacional de RIMISP. Salcedo, Ecuador, 15p.

Escobal, J. y Castillo, M., 1992. Algunos Ejemplos de la Vinculación Económica en la Etapa de Diseño. V Encuentro Internacional de RIMISP. Texcoco, México, 24p.

Escobar, G. y Berdegué, J. A., 1990. Conceptos y Metodología para la Tipificación de Sistemas de Finca : la Experiencia de RIMISP. In : Tipificación de Sistemas de Producción Agrícola, G. Escobar y J. Berdegué, editores. Santiago, Chile, RIMISP, p.13-43.

Escobar, G. y Moreno, R., 1984. Desarrollo de Tecnología de Producción Agrícola : Enfoque Metodológico y Aplicación Empírica. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE.

Escobar, G. y Hernández, I., 1983. Análisis Económico en la Investigación de Sistemas de Producción. Aplicación y Conceptos Básicos. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza, CATIE. 60p.

Estrada, R. D., 1992. Análisis de Información Secundaria en el Diseño de Sistemas de Producción. V Encuentro Internacional de RIMISP. Texcoco, México, 44p.

Hart, R., 1990. Componentes, Subsistemas y Propiedades del Sistema Finca como Base para un Método de Clasificación. In : Tipificación de Sistemas de Producción Agrícola, G. Escobar y J. Berdegué, Editores, Santiago, Chile, RIMISP, p.45-62.

Maino, M., Pittet, J. y Kobrich, C., 1993. Programación Multicriterio : un Instrumento para el Diseño de Sistemas de Producción. Santiago, Chile. RIMISP, Materiales Docentes No. 3, 97p.

Maino, M., 1992. Programación Matemática y Diseño. V Encuentro Internacional de RIMISP. Texcoco, México, 18p.

Miranda, E. E., 1992. Posibles Aportes de los Sistemas de Información Geográfica al Diseño de Sistemas de Producción. V Encuentro Internacional de RIMISP. Texcoco, México, 13p.

Monardes, A., Cox, T., Narea, D., Laval, E. y Revoredo, C., 1993. Evaluación de Adopción de Tecnología. Transferencia y Adopción de Tecnología por Pequeños Agricultores del Sector del Secano Costero. Santiago, Chile, Centro de Estudios para América Latina sobre Desarrollo Rural, Pobreza y Alimentación, CEDRA, 151p.

Monardes, A., Cox, T., Cox, M., Niño de Zepeda, A. y Ortega, H., 1990. Evaluación de Adopción de Tecnología. Transferencia y Adopción de Tecnología por Pequeños Agricultores del Valle de Cachapoal. Santiago, Chile, Centro de Estudios para América Latina sobre Desarrollo Rural, Pobreza y Alimentación, CEDRA, 117p.

Monardes, A., 1992. Algunos Comentarios sobre el Análisis Económico en el Diseño de Sistemas de Producción. V Encuentro Internacional de RIMISP. Texcoco, México, 31p.

Quijandría, B., Agreda, V., Escobal, J. y Twanama, W., 1990. Análisis Dinámico de Pequeñas Fincas en Cuatro Regiones del Perú : Aspectos Metodológicos. Santiago, Chile. RIMISP, Materiales Docentes No. 1, 82p.

Ramírez, E., Durán, J. y Mora, L., 1992. Estudios de Caso en Profundidad y Diseño. V Encuentro Internacional de RIMISP. Texcoco, México, 17p.

Formulation de projets locaux de développement agricole pour les principaux systèmes de production paysans chiliens

Namdar-Irani Mina ; Quezada Ximena
GIA, Ricardo Matte Perez 459, Santiago, Chili

Résumé

Au cours des trois dernières années, le ministère de l'agriculture chilien a réalisé un effort considérable pour perfectionner son programme d'appui technique, qui bénéficie à près de 50 000 petits exploitants agricoles. Ce processus a donné lieu à une réflexion et à une reformulation méthodologique qui, tout en s'appuyant sur les concepts et outils de l'approche système, les ont adaptés — et notablement simplifiés — pour permettre leur application à une échelle nationale. Cette démarche a débouché sur un zonage agroécologique de l'ensemble du pays, sur l'élaboration de diagnostics des exploitations qui participent à ce programme et de leur environnement et sur la formulation de projets locaux de développement agricole pour chacun des types de système de production identifiés. Après une description rapide du contexte agricole et institutionnel dans lequel se déroule cette expérience, seront présentées et analysées les options méthodologiques qui la caractérisent ainsi que les premiers résultats qui en dérivent. En conclusion seront discutés les avantages et les limites que présente cette démarche.

Abstract

Formulation of Local Agricultural Development Projects for the Principal Smallholder Production Systems in Chile

Over the past three years, the Chilean Ministry of Agriculture has been striving to improve its technical support program, which benefits nearly 50 000 small farmers. This process has involved a methodological reformulation based on a farming systems approach adapted and, in particular, simplified to make it applicable on the national scale. Consequences have included division of the country into agroecological zones, analysis of participating farms and of their environments, and formulation of local agricultural development projects for each identified type of production system. A brief description of the agricultural and institutional background in which the experiment is being conducted is followed by description and analysis of the methodological options, and presentation of the initial results. The strengths and weaknesses of the program are also discussed.

Introduction

Depuis le changement de gouvernement en 1990, l'Institut de développement agricole (INDAP) du ministère de l'agriculture chilien a déclenché un processus de perfectionnement de son programme d'appui technique aux petits exploitants agricoles (Berdegué *et al.*, 1992).

Cette initiative cherche surtout à créer les conditions qui permettent de mieux appréhender la grande diversité des systèmes de production paysans chiliens et d'y mieux répondre. Pour cela, il est indispensable de structurer un programme qui soit en mesure de formuler des propositions de développement agricole local différenciées en fonction des situations productives qu'elles abordent.

Or, certaines caractéristiques de ce programme — notamment un mode de fonctionnement fondé sur l'adjudication de son exécution à des entreprises privées, ainsi qu'une grande échelle d'intervention — ont exigé une réflexion et une reformulation méthodologique, qui, tout en s'appuyant sur les concepts et outils de l'approche système, ont dû les adapter pour intégrer ces différentes contraintes.

Après une première partie resituant le contexte agrosocioéconomique et institutionnel dans lequel se déroule cette expérience, le deuxième chapitre retracera et analysera la démarche méthodologique mise en place. En conclusion seront mis en évidence les points forts et les limites de cette expérience.

Le contexte du programme d'appui technique à la paysannerie chilienne

La diversité de la paysannerie

Le Chili est un pays marqué par une très grande diversité agroécologique. Sur le plan climatique, il balaye plus de 30

degrés de latitude, ce qui le soumet à un éventail de climats qui s'échelonnent entre le subtropical aride et le polaire. Du point de vue morphopédologique, on y distingue quatre grandes unités topographiques longitudinales, qui se succèdent d'ouest en est et présentent de fortes variations d'altitude, de formes de relief et de types de sol : la frange littorale ; une chaîne côtière, dont l'altitude moyenne atteint près de 2 000 m et forme un paysage de collines érodées et vallons ; une dépression centrale très fertile, partiellement irriguée, qui concentre près de 90 % des terres cultivables ; enfin, la précordillère et la Cordillère des Andes, qui culmine à près de 7 000 m d'altitude.

A cette hétérogénéité du milieu naturel s'ajoute une forte variabilité des structures des exploitations, aussi bien du point de vue de leur taille — les exploitations de moins de 200 ha représentent 95 % du total des exploitations mais exploitent seulement 16 % des terres — que des moyens de production et des technologiques mis en œuvre. C'est ainsi que coexistent une agriculture de pointe, orientée principalement vers les marchés d'exportation (fruits, vins, légumes, etc.) et une agriculture beaucoup plus traditionnelle, qui approvisionne le marché national en céréales, légumineuses, tubercules, viandes, produits laitiers, etc. (Gomez S., Echenique J., 1988).

Les petits exploitants appartiennent majoritairement à ce second groupe. Une description quantitative de ce secteur est difficile du fait que le dernier recensement agricole est antérieur aux deux dernières décennies, qui ont été marquées par de profonds bouleversements de la structure agraire — notamment, réforme agraire au début des années 70, contre-réforme agraire avec le coup d'État, boom des activités fruitières et sylvicoles dans les années 80. Néanmoins, plusieurs chercheurs se sont attachés à estimer, à partir de différentes sources et de recoupements statistiques, le poids actuel de la paysannerie. Les résultats de ces recherches divergent quelque peu ; on ne peut donc que se contenter d'une fourchette de chiffres : cette catégorie regrouperait 100 000 à 200 000 exploitations, elle contrôlerait approximativement un tiers des terres exploitables et un quart du cheptel national (Echenique J., Rolando N., 1989). Présentes dans chacune des unités agroécologiques décrites précédemment, les exploitations paysannes ont un accès variable aux différents moyens de production et sont particulièrement diverses.

Le mode de fonctionnement du programme d'appui technique et les caractéristiques de ses bénéficiaires

Au milieu des années 80, le ministère de l'agriculture chilien relance un programme d'appui technique aux petits exploitants après une dizaine d'années d'interruption. Financé, conçu et supervisé par l'Institut de développement agricole (INDAP), il est exécuté par des entreprises privées sélectionnées sur appel d'offres. La subvention octroyée par l'État pour chacune des familles paysannes bénéficiaires, de l'ordre de 240 $ par an, est versée directement à l'entreprise.

Chaque entreprise, constituée d'une ou plusieurs équipes de terrain, se porte candidate pour offrir un service d'assistance technique dans une des petites régions jugées prioritaires par l'INDAP. Si cette prestation de services lui est accordée, elle doit chercher à inscrire 100 à 200 familles paysannes intéressées par ce programme. L'équipe de terrain est constituée d'un ingénieur agronome, vétérinaire ou forestier, et de un à cinq technicien (s) agricole (s) qui travaille (nt) aussi bien avec les chefs d'exploitation qu'avec leur conjoint. En moyenne, un technicien agricole travaille avec environ 70 familles paysannes.

Avec le changement de gouvernement en 1990, le ministère a d'abord dirigé ses efforts vers l'augmentation du nombre de bénéficiaires du programme, qui a pratiquement doublé en quatre ans pour se stabiliser actuellement à 50 000 familles. Il a ensuite mis l'accent sur une meilleure définition de l'intervention qui, jusqu'à présent, n'était évaluée que sur la base du nombre d'activités type réalisées (visites individuelles, réunions techniques, parcelles de démonstration, etc.).

En ce qui concerne la caractérisation de l'univers actuel des exploitations paysannes participant au programme, une étude récente a différencié une douzaine de grandes catégories de systèmes de production en fonction de leur combinaisons productives et des marchés avec lesquels elles s'articulent (Quezada X., Namdar-Irani M., 1994b). Parmi celles-ci, les plus importantes correspondent à des systèmes de polyculture-élevage bovin (20 %) ; élevage ovin (20 %) ; élevage bovin viande (19 %) et bovin lait (9 %) ; et production maraîchère (9 %). Les autres systèmes — vitivinicoles, fruitiers, spécialisés en culture annuelle, caprins — restent très minoritaires.

Le perfectionnement du programme : la démarche méthodologique mise en place

La précision de l'objectif du programme

Malgré les hausses de rendements que le programme a induites pour une certaine couche de ses bénéficiaires (figures 1, 2 et 3), l'INDAP et différentes entités qui lui sont proches ont détecté un certain nombre de problèmes qui entravaient sérieusement la bonne marche et la possibilité d'impact plus massif de ce programme. Il était d'autant plus urgent d'y remédier que la forte concurrence impliquée par la suppression progressive des barrières douanières dans le cadre de l'intégration générale de l'économie met les petits agriculteurs dans une situation économique de plus en plus difficile.

Tout d'abord, l'INDAP s'est rendu compte qu'il existait un certain flou quant à l'objectif poursuivi par ce programme. A cause de la faible présence de programmes de développement rural, le programme d'appui technique avait perdu de sa spécificité d'intervention et cherchait trop souvent à résoudre des problèmes qui ne relevaient pas du domaine productif, ce qui entraînait une certaine dispersion de son action.

L'INDAP a donc clairement redéfini l'objectif de son programme en lui attribuant un rôle de développement productif, qui devrait se traduire par une amélioration des revenus agricoles des familles bénéficiaires.

Dans un deuxième temps ont été identifié de sérieux problèmes d'ordre conceptuel et méthodologique, qui ont été progressivement et partiellement résolus. C'est ce qui a

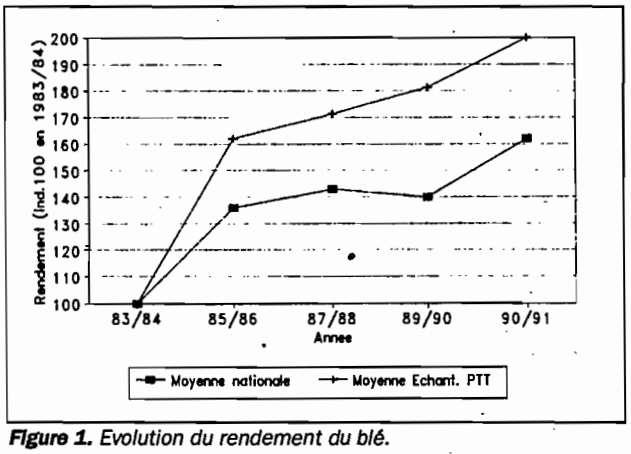


Figure 1. *Evolution du rendement du blé.*

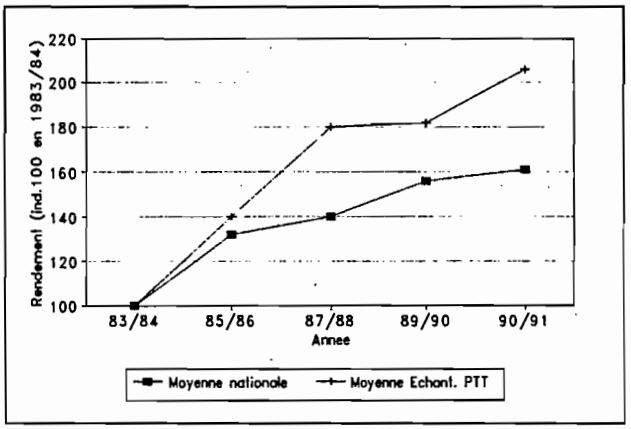


Figure 2. *Evolution du rendement du maïs.*

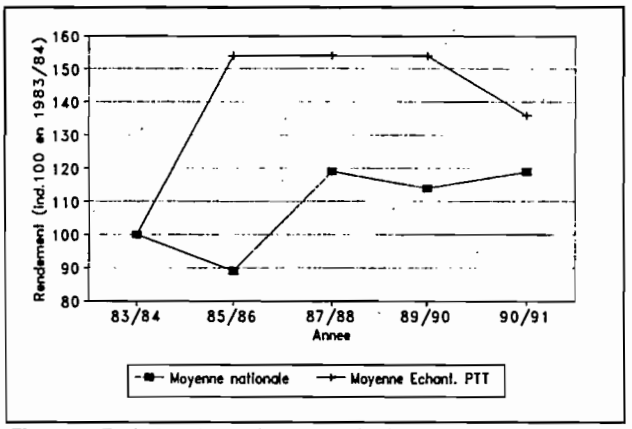


Figure 3. *Evolution du rendement du haricot.*

constitué la base du processus de perfectionnement engagé, qui a pris corps grâce à la reformulation de certains aspects de méthode.

La sélection des bénéficiaires

Au Chili, de nombreux ruraux combinent une petite activité agricole — en général destinée à l'autoconsommation — avec d'autres activités rémunérées. Très souvent, leur principale source de revenus (monétaires et non monétaires) provient de cette seconde catégorie d'activités ; la production agricole reste alors marginale.

Or, la croissance très rapide du nombre de bénéficiaires du programme d'appui technique et le fait que leur sélection soit du ressort des entreprises postulantes a entraîné l'incorporation d'un nombre significatif de ces ruraux au programme. Ce groupe de bénéficiaires ne présentant pas les conditions minimales pour s'intégrer à un processus de développement agricole, il est clair qu'un programme d'appui technique répond mal à leurs besoins et que les subventions qui leur sont octroyées sont mal utilisées.

Il a donc été nécessaire d'imaginer une méthode simple, rapide et applicable sur l'ensemble du pays pour identifier les petits exploitants qui ont cette capacité productive minimale (INDAP, 1992).

Il a été posé comme postulat — à partir du concept de coût d'opportunité de la force de travail — qu'une exploitation présente un certain potentiel de développement lorsque la marge brute totale qu'elle dégage est supérieure ou égale au salaire minimal annuel, fixé au Chili à1 300 $.

Pour éviter la quantification des résultats économiques de chacune des exploitations susceptibles de participer au programme, il a été défini dans chaque petite région (cf. *infra*) une (ou plusieurs) exploitation (s) moyenne (s) du point de vue de leur combinaison productive et de leurs niveaux de rendements. A partir du calcul des résultats économiques de cette exploitation moyenne, on détermine la taille minimale d'exploitation qui permet de dégager la marge brute fixée. Cette méthode de calcul, non informatisée et basée sur le principe de la règle de trois, doit parfois utiliser des facteurs de correction pour pouvoir intégrer des éléments tels que surface de rotation, surface fourragère pour la force de traction animale, etc.

Sur l'ensemble du pays, les tailles minimales obtenues oscillent entre 0,5 et 30 ha. Le processus de révision des participants au programme n'est pas encore terminé, mais on estime qu'à peu près 20 à 25 % des bénéficiaires actuels en seront exclus.

Le zonage du pays et l'organisation territoriale du programme

Pendant de nombreuses années, l'INDAP a lancé des appels d'offres pour l'exécution de son programme en donnant l'espace communal comme seule référence de localisation géographique. Ce territoire traverse le pays d'ouest en est et est donc hétérogène. Or, trop souvent, les équipes techniques débutantes ne possèdent pas une bonne connaissance de leur terrain et cherchent, surtout en début de campagne, à inscrire rapidement le nombre de bénéficiaires prévu par l'INDAP, condition indispensable pour toucher les premières subventions. Cela a impliqué une dispersion de nombreuses équipes sur des zones particulièrement hétérogènes, où elles devaient faire face à une très grande diversité productive.

Pour remédier à cette situation, l'INDAP a impulsé un processus de zonage de l'ensemble du pays, suivi d'une réorganisation territoriale de toutes les équipes de terrain, visant à ce que chacune d'elles travaille dans une petite région suffisamment homogène pour permettre une certaine spécialisation thématique.

A titre d'expérience pilote, ce zonage a été réalisé directement sur le terrain dans une quinzaine de communes avec la contribution d'informateurs privilégiés (INDAP, 1992).

Une petite région a été définie comme présentant une grande homogénéité du point de vue du type de développement agricole qui pouvait y être impulsé.

En toute rigueur, les variables qui déterminent les potentialités et le type de développement agricole sont nombreuses et parfois différentes selon les réalités agricoles. Néanmoins, toujours par souci de simplification de la démarche, trois variables principales ont été sélectionnées : les caractéristiques climatiques, les caractéristiques des sols et la disponibilité en eau d'irrigation.

Le Chili dispose d'informations cartographiées à une échelle de 1 : 250 000 sur chacune de ces trois variables. Donc, par superposition successive de ces informations et discussion réitérative avec des personnes ressources, il a été possible d'obtenir une première approximation de zonage à cette échelle. Ces résultats sont ensuite passés à une échelle 1 : 50 000, ce qui permet éventuellement de corriger ou préciser les limites des petites régions.

D'autres variables, telles que les combinaisons productives et l'intégration socioéconomique (marchés, agro-industries, voies de communication, etc.) ont été aussi analysées, mais, dans la pratique, elles n'ont pas constitué des variables de coupure entre petites régions. Cela s'explique par le fait que, les techniques opératoires ne permettant pas de délimiter des régions de surface trop réduite, ces variables restent le plus souvent des variables de caractérisation et non pas de différenciation.

Dans une seconde étape, ce même principe de zonage a été appliqué, mais cette fois-ci à une échelle nationale et de façon centralisée, à une échelle de 1 : 250 000. Ce travail a débouché sur l'identification de petites régions en général plus grandes que dans le premier cas : la connaissance pratique du terrain étant absente, un certain nombre d'hétérogénéités échappe lors de l'opération. Les limites de petites régions identifiées sont alors retravaillées à une échelle 1 : 50 000 par des professionnels de terrain.

Actuellement, près de 70 % des régions agricoles importantes du pays sont zonées et le processus de réorganisation territoriale des équipes de terrain est en cours.

L'élaboration d'un diagnostic et la formulation de projets locaux de développement agricole

Pour pouvoir atteindre l'objectif central du programme, il s'est révélé indispensable d'appuyer les équipes de terrain dans leur formulation de projets locaux de développement agricole qui orientent leurs interventions quotidiennes. En effet, trop souvent, les activités de terrain correspondaient davantage à une succession de thèmes traités de façon dispersée qu'à une identification-analyse des problèmes à résoudre.

Le défi a donc consisté à imaginer une méthode de diagnostic et de formulation de projets à la fois simple et opératoire dans les diverses situations productives.

L'élaboration du diagnostic

La grille de diagnostic qui a été conçue prend en considération deux niveaux — les exploitations et leur environnement (communauté et petite région) — et cherche à mettre en évidence les relations qui les unissent et qui constituent le cadre de contraintes et de potentialités de développement agricole.

Le diagnostic de l'environnement (communauté et petite région). L'objet principal de ce double diagnostic est d'identifier les contraintes et opportunités — actuelles et futures — que le milieu agrosocioéconomique impose au développement de l'activité agricole des exploitations paysannes (INDAP, 1993a). C'est à l'échelon du diagnostic de la communauté que se concentre la collecte d'informations. Le diagnostic de la petite région est plutôt conçu comme une synthèse alimentée fondamentalement par les différents diagnostics des communautés ; il recherche les principales tendances et différenciations de l'activité agricole dans la petite région, ainsi que leurs causes (INDAP, 1993b). Les aspects de l'environnement que l'on cherche à connaître et analyser correspondent aux spécificités — lorsqu'elles existent — du milieu agroécologique de la communauté ; aux tendances de déclin ou d'émergence des spéculations agricoles existant sur la communauté et la petite région ; aux débouchés concrets pour ces différentes spéculations ; aux problèmes d'accès aux marchés agricoles et aux conditions d'approvisionnement ; aux difficultés actuelles et futures d'emploi de main d'œuvre et aux éventuelles concurrences entre activité agricole et autres activités ; à la dynamique du marché foncier comme indicateur des concurrences pour ce moyen de production entre la paysannerie et d'autres agents économiques.

Le diagnostic d'exploitation et l'identification des différents types de système de production. Le principal objectif du diagnostic d'exploitation est d'évaluer ses résultats techniques et économiques à la lumière des contraintes et opportunités déterminées par l'environnement, en considérant ses caractéristiques du point de vue des moyens de production dont elle dispose et de la façon dont elle les gère.

Pour cela, une grille d'enquête assez classique a été élaborée (INDAP, 1993c) et complétée par la définition d'une trentaine de variables de caractérisation des exploitations, qui en orientent l'analyse (INDAP, 1993d et 1993e).

Cependant, malgré la relative homogénéité de la région, il persiste entre les systèmes d'exploitation des différenciations qu'il est nécessaire d'identifier pour pouvoir formuler des projets de développements adéquats (Escobar G. et Berdegué J., 1990 ; Dufumier M., 1990).

Dans ce but, il a été mis sur pied un procédé d'élaboration de typologie (INDAP, 1993f) qui a cherché à réduire au minimum le nombre de variables, pour en simplifier l'application. Cet exercice s'est appuyé sur l'analyse des résultats de nombreux travaux de typologie et a débouché sur la sélection de trois variables, qui sont appliquées de façon successive :

- la combinaison productive, définie comme l'ensemble des principales spéculations agricoles de l'exploitation, selon la propre opinion de l'agriculteur. Cette variable est un indicateur à la fois de la diversité productive de l'exploitation et du type de problèmes et demandes techniques auxquels devront répondre les équipes techniques ;
- la taille de l'exploitation correspond à la superficie exploitée par l'agriculteur, quel qu'en soit le mode de faire valoir. Cette variable a été choisie comme un indicateur approximatif de la capacité économique de l'exploitation. Ce choix s'appuie sur l'hypothèse que, dans une même petite région et avec un même schéma de combinaison productive, il existe une étroite relation entre la taille de l'exploitation et le niveau du revenu agricole.

Par conséquent, dans une catégorie préliminaire d'exploitations qui présentent des combinaisons productives semblables, on distinguera différents groupes d'exploitation par fourchette de surface, lorsque celle-ci est très variable ;

- le mode d'exploitation. Dans un but de simplification, on en distinguera seulement deux, en fonction de la stabilité du contrôle que l'agriculteur exerce sur le foncier : la "tenure stable" qualifie les exploitations dont au moins 50 % de la superficie exploitée est en propriété ou sous un mode de faire valoir qui en assure l'accès pendant une période d'au moins quatre ou cinq ans ; la "tenure instable" correspond aux autres exploitations.

Cette variable a été choisie comme un indicateur de différenciation du type d'intervention à mener face à un même problème technique dans des exploitations de capacité économique similaire. En effet, dans la mesure où un exploitant ne contrôle pas de façon stable son foncier, il n'aura pas intérêt à incorporer des propositions techniques qui impliquent certains investissements ou qui présentent des bénéfices à moyen terme (par exemple, semis de prairies pluriannuelles, fertilisation phosphatée, etc.). Par conséquent, il sera pertinent de différencier en fonction de la stabilité de l'accès au foncier les exploitations d'un groupe qui présente la même combinaison productive et des tailles d'exploitations comparables.

Ces trois variables constituent une référence d'analyse et devront être complétées si cela s'avère nécessaire.

La formulation des projets locaux de développement agricole

La formulation des projets locaux de développement agricole correspond à la définition d'une stratégie de développement productif sur un horizon de quatre à cinq ans, pour chacun des types d'exploitation identifiés, lorsque ceux-ci ont un poids suffisamment significatif.

Cette stratégie est conçue comme l'ensemble des solutions qui permettent de résoudre les problèmes les plus importants auxquels se heurtent les exploitations ; elle en évalue l'importance en fonction de l'impact sur le revenu agricole que provoquerait leur résolution. S'ils se situent dans un domaine strictement technique, le programme d'appui technique les abordera seul ; s'ils nécessitent le concours d'autres types de services (crédit, infrastructure, commercialisation, etc.), le programme devra établir les ponts avec ses homologues spécialistes de ces services.

Pour formuler cette proposition d'intervention et en orienter le processus, une grille d'analyse a été élaborée (INDAP, 1993g). Celle-ci présente surtout le mérite de systématiser et d'ordonner l'analyse en étapes successives : l'identification et la sélection des principaux problèmes se fondent sur l'évaluation des déséquilibres internes de l'exploitation — notamment la comparaison entre la superficie relative de chacune des spéculation et sa participation au revenu — et des écarts (de rendements, coûts, prix, valeur ajoutée, etc.) qui existent entre l'exploitation et son environnement. Cette évaluation est grandement facilitée par les différentes données (variables) qui ont résulté du diagnostic à ses différents niveaux. La proposition de solutions s'appuie sur une analyse de cause à effet et est évaluée en fonction des besoins qu'implique leur mise en place ; la stratégie définitive cherche à la fois à inclure un nombre raisonnable de problèmes qui présentent une certaine relation entre eux, de générer un impact significatif sur le revenu et de ne pas présenter une trop grande complexité.

Les avantages et les limites de ce processus de perfectionnement

Une première évaluation du déroulement de ce processus a montré que, sur le plan méthodologique, la démarche est, en terme général, cohérente et pertinente (Quezada X. et Namdar-Irani M., 1994b). Elle a su, en particulier, équilibrer de façon permanente les exigences de la rigueur scientifique et celles de l'application pratique.

Cependant, les choix méthodologiques imposés par le souci permanent de simplification sont porteurs d'éléments critiquables.

En premier lieu, la sélection des bénéficiaires en fonction d'une taille minimale n'est pas une option neutre. En effet, elle implique la focalisation de l'appui technologique sur les familles paysannes qui sont en condition de se reproduire à partir de l'exploitation agricole et l'exclusion de celles pour qui l'activité agricole n'est qu'un complément. En ce sens, elle ferme la possibilité de concevoir le développement agricole comme une contribution à l'amélioration du revenu des doubles actifs. Cette option se justifie dans un contexte de restrictions budgétaires, mais demande de mettre en place d'autres programmes d'appui pour cette frange de population.

D'autre part, ce mécanisme de sélection comporte plusieurs limites : la définition d'un seuil unique (salaire minimal) pour l'ensemble du pays peut engendrer certaines erreurs du fait que le coût d'opportunité réel de la main-d'œuvre varie en fonction des différences économiques régionales ; la prise en considération de la situation actuelle — et non potentielle —, le calcul à partir d'une exploitation moyenne et la difficulté méthodologique à considérer les activités hors-sol peuvent exclure des exploitations qui pourraient être intégrées dans un processus de développement. Il en découle que ce calcul doit être appliqué avec souplesse et considéré comme une référence à valider sur le terrain.

Deuxième point, la délimitation de petites régions à partir de trois facteurs invariants à l'échelle nationale peut apparaître comme une option un peu grossière pour une prise en compte fine de la diversité. Cependant, la révision et la précision de ces limites sur le terrain ont prouvé que celles-ci constituent un bon cadre de référence.

De même, l'élaboration de typologies d'exploitation en fonction de trois facteurs structuraux également invariants constitue un pari un peu téméraire. Là aussi, ces résultats doivent être lus avec précaution et surtout être considérés comme une base de réflexion pour les agents de terrain, qui doivent l'alimenter constamment à partir de leur expérience. Des aspects tels que la dynamique et les interrelations de ces exploitations devront être particulièrement observés.

Enfin, la sélection des problèmes en fonction de leur impact sur le seul revenu implique de privilégier clairement le

développement économique de ces exploitations. Il reste important de veiller à ce que cette option, qui s'inscrit dans un contexte où les exploitations présentent des difficultés de plus en plus grandes dans ce domaine, ne devienne pas trop réductrice.

Dans une perspective à moyen terme, il convient de reconnaître que ce processus a été très rapide et vertical. Il faudrait donc promouvoir des mécanismes d'appropriation de cette nouvelle démarche et renforcer le niveau professionnel des équipes de terrain, aussi bien d'un point de vue méthodologique que — plus rarement — technique. Il semble d'autre part nécessaire de différencier les subventions octroyées selon les systèmes d'exploitation. En effet, la fréquence d'appui et le niveau de spécialisation professionnelle requis par les différents systèmes d'exploitation sont très variables : ils impliquent donc un programme suffisamment souple et adapté pour répondre à ces diverses exigences. Enfin, il est indispensable de renforcer les articulations entre les différents programmes qui contribuent au développement agricole et rural.

Références bibliographiques

Berdegué J. *et al.*, 1992. *Perfeccionamiento del Programa de Transferencia Tecnológica.* Santiago, Chili, INDAP, 32 p.

Dufumier M., 1990. Importancia de la tipología de unidades de producción agrícola en el análisis de diagnóstico de realidades agrarias. *In : tipificación de sistemas de producción agrícola.* Escobar G. et Berdegué J. éds., Santiago, Chili, RIMISP, p. 32-48.

Echenique J., Rolando N., 1989. *La pequeña agricultura, una reserva de potencialidades y deuda social.* Santiago, Chili, Agraria. 193 p.

Escobar G., Berdegué J. éds., 1990. *Tipificación de sistemas de producción agrícola.* Santiago, Chili, RIMISP, 220 p.

Gomez S., Echenique J., 1988. *La agricultura chilena, las dos caras de la modernización.* Santiago, Chili, FLACSO-AGRARIA, 304 p.

Instituto de Desarrollo Agropecuario, 1992. *Guía metodológica para la delimitación de micro-regiones y la preselección de beneficiarios del programa de transferencia tecnológica del Instituto de Desarrollo Agropecuario.* Santiago, Chili, INDAP, 42 p.

Instituto de Desarrollo Agropecuario, 1993a. *El diagnóstico de.la localidad.* Santiago, Chili, INDAP, 15 p.

Instituto de Desarrollo Agropecuario, 1993b. *El diagnóstico de la micro-región.* Santiago, Chili, INDAP, 9 p.

Instituto de Desarrollo Agropecuario, 1993 c. *La encuesta de tipificación y caracterización de la explotación.* Santiago, Chili, INDAP, 37 p.

Instituto de Desarrollo Agropecuario, 1993 d. *La guía de cálculo para la caracterización de la explotación.* Santiago, Chili, INDAP, 15 p.

Instituto de Desarrollo Agropecuario, 1993 e. *La ficha síntesis de caracterización de la explotación.* Santiago, Chili, INDAP, 3 p.

Instituto de Desarrollo Agropecuario, 1993 f. *Guía metodológica para la elaboración de una tipología de explotaciones.* Santiago, Chili, INDAP, 36 p.

Instituto de Desarrollo Agropecuario, 1993 g. *Guía para la elaboración del Plan de Desarrollo Productivo a Mediano Plazo.* Santiago, Chili, INDAP, 32 p.

Quezada X., Namdar-Irani M., 1994a. *El rol y desafíos del programa de transferencia tecnológica, Documento N°1 : Descripción y análisis crítico del proceso de perfeccionamiento del programa de transferencia tecnológica.* Santiago, Chili, INDAP, 192 p.

Quezada X., Namdar-Irani M., 1994 b. *El rol y desafíos del programa de transferencia tecnológica, Documento N°2 : los temas y medidas específicas asociadas a las principales categorías de productores del Programa de transferencia tecnológica.* Santiago, Chili, INDAP, 192 p.

Propositions pour l'aide à la gestion des ressources fourragères : une approche système articulant enquête, expérimentation et simulation

Duru Michel[1] ; Bellon Stéphane[2] ; Chatelin Marie-Hélène[3] ; Florelli Jean-Louis[4] ; Gibon Annick[1] ; Havet Alain[3] ; Mathieu Anne[5] ; Osty Pierre-Louis[1]

[1]INRA, BP 12, 32326 Castanet cedex, France
[2]INRA, Domaine Saint-Paul, BP 91, 84143 Monfavet Cedex, France
[3]INRA, 78850 Thiverval-Grignon, France
[4]INRA SAD, domaine du Joly, BP 35, 88500 Mirecourt, France
[5]INRA SAD, route de Saint-Cyr, 78000 Versailles, France

Résumé

Ce texte est le fruit des réflexions d'un groupe de travail sur le fonctionnement des systèmes fourragers, auquel ont participé les auteurs. Nous proposons un cadre permettant d'organiser les recherches pour l'action, tout particulièrement dans le cas de systèmes fourragers complexes où la procédure de décision s'inscrit dans la durée et prend en compte la diversité, l'incertitude et le risque. L'aide à la gestion consiste en la mise au point d'outils pour évaluer et aménager une stratégie dans des situations concrètes d'élevage (simulateur, guide d'enquête) ou bien pour instrumenter les relations entre la stratégie poursuivie et les opérations menées en temps réel (indicateurs, tableau de bord). A partir d'exemples concernant des modules de décision de complexité différente, nous montrons comment sont combinés une étude ou une prise en compte du modèle d'action de l'éleveur et des référentiels concernant la production et l'utilisation des ressources fourragères pour élaborer les outils d'aide à la gestion.

Mots clés

Fourrage, prairie, pratique, stratégie, pilotage, agriculteur, modèle, décision.

Abstract

Aids to Decision Making in Forage Management : A Systems Approach Combining Survey, Experimentation, and Simulation.

A framework is proposed for the organization of action-oriented research — in which risk, uncertainty, and diversity are taken into account — for the management of forage systems. Support for decision making consists in developing tools (simulator, guidelines for a survey of farm management) to assess and improve specific strategies on livestock farms, or to monitor production management (indicators, monitoring board). Using examples involving various decision modules, we show how it is possible to combine studies of the farmer decision making model with agronomical models of herbage growth and utilisation to develop decision tools.

Position du problème

Dans les pays européens, le contexte socio-économique est susceptible de conduire à des changements dans la structures des exploitations et à une adaptation des pratiques agricoles. Pour les exploitations d'élevage d'herbivores, l'extensification est encouragée. L'augmentation des surfaces par actif et la diminution des intrants peuvent conduire à concevoir une nouvelle organisation de la gestion des ressources fourragères et à affiner leur gestion, car on ne cherche plus à s'affranchir systématiquement des caractéristiques du milieu (Béranger, 1992).

Parmi les points clés de la gestion des ressources fourragères, la maîtrise d'une stratégie choisie pour assurer un objectif de production est essentielle. Cette stratégie peut être définie par les modalités de production et d'utilisation des ressources fourragères ; celles-ci se traduisent notamment par la définition de calendriers de reproduction et d'alimentation du troupeau et donc d'utilisation des surfaces. Un premier objectif est d'aider les éleveurs à aménager ou à élaborer une stratégie de production ; un autre, de mettre au point des outils de contrôle permettant de maîtriser la mise en œuvre d'une stratégie donnée.

Nous proposons d'abord un cadre conceptuel permettant de développer des démarches de recherche adaptées à différents objectifs d'aide à la gestion, puis nous illustrons son utilisation pour bâtir différents types d'outils à partir d'exemples. Ces outils ont comme objectif une aide au raisonnement et non une prescription.

Proposition d'un modèle conceptuel

Nous avons élaboré un cadre permettant de tenir compte dans nos propres représentations de la façon dont les éle-

veurs considèrent leur système. A cette fin, nous avons pris appui sur des travaux portant sur le comportement des acteurs. Les principales hypothèses sont les suivantes :

- le décideur recherche, compte tenu des informations dont il dispose, une décision qui lui paraît satisfaisante à un moment donné, mais pas forcément la meilleure ;
- la procédure de décision s'inscrit dans la durée et prend en compte l'incertitude et le risque (Sébillotte et Soler, 1990) ;
- on peut identifier des modules de décision relativement autonomes les uns par rapport aux autres (Mélèse, 1982 ; Chatelin *et al.*, 1993, Hémidy *et al.*, 1993).

Cette représentation comporte (Duru *et al.*, 1988) un (ou plusieurs) objectif (s) général (ux) définissant le terme vers lequel convergent les décisions de l'agriculteur ; un programme prévisionnel comportant des objectifs intermédiaires, points de passage obligés, et des moments d'évaluation nécessitant des indicateurs et des savoir-faire ; un corps de règles qui, en fonction d'un champ d'événements futurs perçus comme possibles, définit pour chaque étape du programme la nature des décisions pour parvenir au déroulement souhaité, en arbitrant aussi s'il y a lieu entre plusieurs activités ou modules décisionnels. Nous appelons modèle d'action cette représentation du fonctionnement du système piloté par l'éleveur.

L'approche systémique permet d'effectuer des découpages raisonnés des systèmes, d'étudier les relations entre modules de gestion et de prendre en compte des propriétés comme la sécurité ou la souplesse. Une approche agrégative, à partir de seuls travaux analytiques, occulterait deux dimensions essentielles de la gestion de ces systèmes : la prise en compte du risque (climatique notamment) et de la diversité (diversité des ressources à l'échelle de l'exploitation). C'est pourquoi les champs de l'organisationnel et du technique doivent être considérés ensemble, notamment en termes de savoir-faire.

Appliquée à la gestion des ressources fourragères, la représentation proposée correspond au concept de système fourrager (Duru *et al.*, 1990) défini comme un système d'information et de décision devant assurer l'alimentation des animaux, sa sécurité (Duru et Charpenteau, 1981 ; Mathieu, 1989), mais aussi la pérennité du couvert végétal (Bellon 1992). La constitution de différents lots d'animaux, leur recomposition en cours de campagne (Gibon, 1981), les affectations de parcelles au pâturage ou à la récolte mécanique permettent d'ajuster la disponibilité des ressources aux besoins présumés des animaux.

Objectifs et démarches de recherche

Les outils à construire et la démarche pour y parvenir dépendront de la nature de l'aide à apporter. Mais que cette aide concerne l'aménagement d'une stratégie ou le contrôle du pilotage, le module de gestion doit être défini, notamment par le pas de temps et la portion d'espace concernés. Les modèles sont construits en collaboration avec les éleveurs et les agents du développement. Ils combinent généralement une prise en compte ou une étude du modèle d'action de l'éleveur et des référentiels agronomiques, à mobiliser ou à élaborer (figure 1).

Aide à la gestion stratégique

Quels outils ?

Ces outils permettent de caractériser, d'évaluer puis d'aménager une stratégie dans des situations concrètes d'élevage. L'aide passe par l'identification de points de blocage, la simulation des effets de différents corps de règles de décision ou bien de différents scénarios climatiques. Elle correspond à la mise au point d'outils permettant d'amplifier et de soutenir le raisonnement de l'éleveur en définissant un ensemble de procédures facilitant la recherche de solutions. Tester la capacité du système à atteindre ses propres objectifs et réaliser par avance l'évaluation d'un ensemble de règles constituent pour l'éleveur une forme d'apprentissage. Ces outils peuvent se présenter sous des formes diverses : simulateur fonctionnant à partir d'un modèle in-

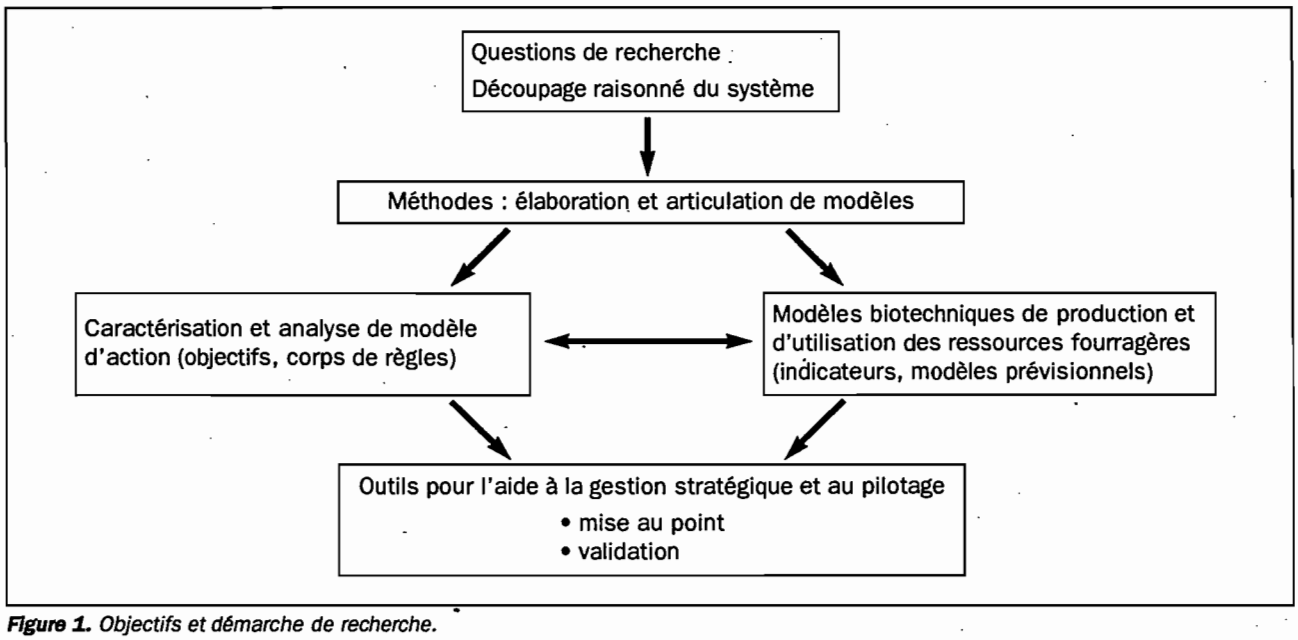


Figure 1. *Objectifs et démarche de recherche.*

formatisé (Girard *et al.*, 1994) ou bien guide d'enquête précisant les informations indispensables à recueillir ainsi qu'une méthodologie de traitement des données.

Démarche de recherche

Elle combine généralement une étude des manières de faire des éleveurs et des référentiels agronomiques. Si la question posée nécessite de considérer le système fourrager dans sa globalité, la recherche privilégiera un diagnostic sur les savoir-faire organisationnels. A cette fin, des représentations ont été établies (Duru *et al.*, 1990 ; Guérin *et al.*, 1994) à partir du suivi approfondi d'un nombre limité d'exploitations. On propose d'identifier des périodes clés et de hiérarchiser les facteurs limitants qui les sous-tendent, mais aussi de caractériser les principales règles qui régissent l'organisation des calendriers d'utilisation des ressources. La qualité des diagnostics repose sur les possibilités de mobiliser et d'articuler des référentiels agronomiques le plus souvent qualitatifs, pouvant constituer une base de discussion entre les éleveurs et les agronomes. Afin d'aboutir à une procédure diffusible, il convient d'affiner les questionnements en les ciblant sur un système de production particulier. Dans les situations où ont été élaborés des référentiels permettant de comparer des pratiques ou des milieux différents, il est possible de réaliser des évaluations qui dépassent la caractérisation des savoir-faire organisationnels. Enfin, lorsque l'aide à la gestion concerne une période ou un processus bien déterminés pour lesquels l'effet des techniques culturales peut être modélisé à l'échelle de la parcelle, il est possible de construire des modèles de simulation permettant d'évaluer l'effet de modifications de règles de décision à l'échelle de la sole fourragère (Gibon et Rellier, 1989 ; Duru et Colombani, 1992).

Aide au pilotage

Quels outils ?

Le pilotage d'un système fourrager consiste à en assurer le déroulement en temps réel dans le cadre d'une stratégie que l'agriculteur s'est fixée. Du fait notamment des aléas climatiques, la stratégie laisse indéterminées les dates et modalités de la gestion opérationnelle en cours de campagne. Il s'agit alors d'évaluer et d'instrumenter les relations entre la stratégie poursuivie et les opérations menées en temps réel. A cette fin, on propose des indicateurs adaptés, reposant sur des modèles et mesures qui orientent les règles de décision, et un tableau de bord, qui fixe des seuils pour ces indicateurs. Ces indicateurs et modèles doivent être suffisamment proches des besoins des éleveurs pour qu'ils puissent se les approprier.

Démarche de recherche

Les indicateurs permettent d'évaluer les états du couvert végétal d'un ensemble de parcelles hétérogènes en fonction de caractéristiques susceptibles de guider l'organisation des pratiques (valeur alimentaire et ordre de récolte des parcelles, par exemple). En outre, ils permettent d'adapter *in fine* une technique à l'état du couvert végétal qui ne peut être connu précisément à l'avance du fait des incertitudes du climat.

Le choix des indicateurs découle de travaux de recherche (cas des analyses de plantes pour piloter la fertilisation) ou bien de l'observation détaillée des pratiques. Dans tous les cas, la tâche de l'agronome est d'évaluer leur fiabilité en les testant pour des situations culturales variées (expérimentation technique) ainsi que leur intérêt en matière de gestion (expérimentation sociale). Dans tous les cas, le partenariat entre éleveurs et chercheurs est décisif pour aboutir à des propositions tenant compte des savoir-faire des premiers et des connaissances des seconds.

Exemples de conception et d'instrumentation de l'aide à la gestion

Pour chacun des trois exemples suivants, nous indiquons la question posée, les principales caractéristiques des systèmes étudiés, ainsi que les connaissances disponibles pour élaborer des outils d'aide à la gestion. Le premier concerne un cadre d'analyse des pratiques ayant fait ses preuves dans des situations d'élevage diverses : élevage bovin utilisateur de prairies naturelles dans les marais de l'Ouest (Chatelin et Havet,1992), élevage ovin en zone sèche (Hubert *et al.*, 1993). Les exemples suivants montrent comment l'élaboration de référentiels biotechniques spécifiques à un processus permet de compléter le diagnostic ou de formaliser des outils d'aide au pilotage implicitement mis en œuvre par certains éleveurs.

Guide d'entretien pour analyser l'utilisation de surfaces diversifiées au printemps

Question

L'objectif est de mettre au point un guide d'entretien permettant de porter un diagnostic sur la combinaison des différentes ressources d'un élevage en s'attachant tout particulièrement à évaluer l'adéquation entre les ressources alimentaires et le projet de production animale, ainsi que la sécurité du système par rapport au climat. Cette analyse permet de comprendre le programme et les ajustements mis en œuvre par l'éleveur.

Caractéristiques des systèmes étudiés

Durant la période de printemps que nous avons choisi de présenter, parce qu'elle est souvent un élément clé du fonctionnement des systèmes concernés, les éleveurs n'ont que peu ou pas recours à la distribution de fourrages stockés. Les ressources pâturées proviennent de surfaces aux potentiels variés (prairies cultivées ou naturelles à contraintes diverses, parcours) mises à disposition des animaux sur des laps de temps allant de la journée à la saison de pâturage.

Démarche de recherche

Les pratiques observées ne prennent sens que si on est capable de comprendre le dispositif choisi par l'éleveur en fonction de son projet de production, c'est-à-dire son modèle d'action. De multiples observations d'élevages montrent qu'il est possible de rendre lisible le fonctionnement

des systèmes en identifiant les fonctions (alimentaires, sécurité, etc.) auxquelles participent les différentes parcelles et en caractérisant leurs modes d'exploitation (Guérin *et al.*, 1994).

La démarche de recherche consiste à formaliser les dispositifs adoptés par les éleveurs. Pour les techniciens, elle participe à l'élaboration de connaissances transmissibles entre situations d'élevage diverses.

Un guide de lecture pour comprendre

Pour la séquence de printemps, il s'agit à la fois de représenter les pratiques d'alimentation et de se donner les moyens de réaliser des diagnostics sur son organisation, ainsi que sur les choix effectués. En premier lieu, il importe de caractériser le contexte de la période (limites temporelles et surfaces affectées), puis les sous-périodes issues de la variation de demande alimentaire. Différents domaines d'interrogation sont proposés, pour lesquels on cherchera à identifier les choix faits par l'éleveur, à en comprendre les raisons et à les évaluer au regard des objectifs qu'il se fixe (mobilisation de modèles organisationnels et techniques dépassant le contexte de son exploitation).

Ces domaines d'interrogation concernent :

- le cadrage de la séquence de printemps. On met en évidence différents niveaux et objets de gestion (lots d'animaux, blocs de parcelles, voire parcelle à rôle spécifique) ;
- l'identification des régulations prévues au cours de la période de pâturage. On distingue les régulations internes à la période printanière de celles qui assurent les soudures entre périodes (évaluation des souplesses pour s'adapter à une gamme de variation du climat, préparation des périodes suivantes) ;
- l'analyse du déclenchement du pâturage de printemps et de la connexion de cette séquence avec la suivante (prise en compte des conditions climatiques en vigueur et des prévisions, états des ressources fourragères et de la demande animale).

Cette synthèse, mobilisant le concept de modèle d'action, vise à doter éleveurs et conseillers d'une représentation commune concernant, par exemple, la cohérence entre les différents cycles d'utilisation des ressources et les règles de constitution et de conduite des unités de gestion (en y intégrant les ajustements temporels) susceptibles de satisfaire les objectifs d'état des animaux et d'entretien du territoire. La démarche est actuellement testée dans quelques élevages.

Diagnostic de la gestion des récoltes : cas des prés de fauche en montagne

Question

L'hivernage constitue souvent un verrou pour le fonctionnement de ces élevages (Gibon, 1981). L'objectif est alors de se doter d'outils permettant de porter un diagnostic sur la quantité et la qualité des stocks récoltés en relation avec les conduites du pâturage et de l'alimentation hivernale.

Caractéristiques des systèmes étudiés

Les stocks sont constitués par des récoltes sur des parcelles dont les caractéristiques physiques (altitude), les aptitudes agronomiques (fertilité) et les pratiques (fertilisation, nombre et date des récoltes) sont diversifiées, ce qui constitue une difficulté pour établir un ensemble cohérent de propositions.

Démarche de recherche

A partir de l'étude détaillée d'un réseau d'élevages, nous avons tout d'abord établi une base de représentation et d'évaluation de la constitution des stocks à l'échelle de l'exploitation. Celle-ci identifie l'environnement du sous-système étudié, en particulier les contraintes relatives aux autres fonctions que les prés de fauche ont à assurer, tel que le pâturage en début de printemps. Ensuite, les comparaisons d'élevages ont permis de caractériser le module de constitution des stocks en quantifiant autant que possible les relations entre les moyens de production (équipement, etc.), les pratiques (date de récolte, etc.) et les performances (quantité et qualité de la récolte). Cette construction a nécessité l'établissement de référentiels de production de biomasse et de qualité du fourrage selon la date de récolte, l'histoire culturale de la parcelle et les pratiques de fertilisation.

Outils mis au point (Viviani et al., 1992)

Les modèles agronomiques ont été conçus de telle façon que les variables d'entrée soient accessibles facilement par des enregistrements rapides dans les élevages (estimation des aptitudes des prairies) ou bien calculées en laboratoire (la date de floraison du dactyle constitue un indicateur pour situer les récoltes relativement aux dynamiques d'évolution de la qualité).

Les référentiels agronomiques sont disponibles sous forme d'abaques pour les agents du développement. Un schéma des principaux éléments intervenant dans la constitution des stocks permet de synthétiser l'ensemble des informations recueillies, puis de discerner des dysfonctionnements au regard des objectifs de l'éleveur. Si besoin est, la confrontation de cette analyse aux situations déjà connues permet de classer des propositions d'aménagement en les ciblant en priorité sur les modalités des pratiques et leur localisation spatiale (date de récolte, durée du pâturage au printemps) ou, à défaut, sur les équipements de récolte.

Propositions d'indicateurs pour la conduite du pâturage tournant : cas d'élevage laitier

Question

Les enquêtes et suivis d'exploitations laitières pratiquant le pâturage ont montré de fortes variations du chargement entre années pour un même élevage, et entre élevages à production laitière similaire. Les décisions d'affectation de parcelles constituent un enjeu pour maîtriser ces systèmes : éviter le sur- ou le sous-pâturage. Elles procèdent moins de la prise en compte de normes de chargement que de la considération des disponibilités en herbe (Duru *et al.*, 1988). Cette adaptation des surfaces est une condition pour disposer de la ressource souhaitée au regard des objectifs visés pour la production animale, la valorisation du couvert prairial et son entretien. Prenant acte de ces pratiques,

notre objectif est de formaliser et de développer des indicateurs permettant de décider l'ajout ou le retrait de parcelles au cours de la saison de pâturage de façon à satisfaire à des objectifs de sécurité et de valeur alimentaire, et ce pour différents niveaux d'intensification.

Caractéristiques des systèmes étudiés

Ils utilisent des prairies relativement homogènes et productives et peuvent recourir à des ressources fourragères complémentaires (ensilage, etc.) au cours de la période de pâturage.

Démarche de recherche

La première étape a consisté à interpréter les calendriers de pâturage pour en déduire *a posteriori* les quantités d'herbe supposées avoir été prélevées (nombre de jours d'avance). Pour des élevages où l'intensité de pâturage est forte et régulière, nous avons montré une régularité de ce critère tout au long de la saison de pâturage et entre années bien que la croissance de l'herbe soit fluctuante (Fiorelli, 1992). Cette analyse indique que l'éleveur a une vue d'ensemble de son système pour ajuster le chargement, ou bien qu'il privilégie les quelques parcelles proches d'être pâturées ou la croissance instantanée de l'herbe (Mathieu et Havet, 1992). Afin d'instrumenter une aide, nous avons estimé en temps réel la quantité d'herbe disponible pour un réseau d'élevages dont les conduites de pâturage sont très différentes en mesurant périodiquement la hauteur d'herbe sur l'ensemble de la sole affectée au troupeau. Un volume d'herbe est ainsi calculé. Les études en cours montrent que, pour un volume d'herbe par tête de bétail supérieur à 200 m^3 (Bossuet et Duru, 1994), les pertes par litière augmentent, d'autant plus que la hauteur résiduelle à l'échelle de la parcelle et le volume d'herbe à l'échelle de la sole sont élevés. Il en résulte une diminution des prélèvements nets par hectare et une mauvaise valorisation de la fertilisation azotée.

Outils mis au point

A l'échelle de la parcelle, on définit des hauteurs d'herbe résiduelle minimales et maximales en relation avec l'intervalle entre deux défoliations, de façon à intercepter la plus grande partie du rayonnement incident et à limiter les pertes potentielles en litière. On doit alors disposer d'indicateurs à l'échelle de la sole pâturée, le modèle des jours d'avance pour le pâturage constituant un premier outil de diagnostic. La prise en compte de la diversité des états de l'herbe (intra- et interparcellaire), en utilisant la variabilité des mesures de hauteur ou en caractérisant la physionomie du couvert par une description visuelle de leur hétérogénéité (Mathieu et Havet, 1992), est de nature à enrichir le modèle précédent en modulant le taux prévisible d'utilisation de l'herbe disponible. Ces référentiels, qui peuvent constituer des objectifs d'état du couvert végétal servant à l'activation de règles, sont en cours de validation.

Conclusion

Les outils d'aide à la décision présentés visent à expliciter les savoirs des éleveurs ou à les compléter en vue d'une meilleure gestion. Ils sont mis au point le plus souvent à partir d'une combinaison de méthodes. L'enquête et, plus généralement, le suivi approfondi de quelques élevages participent à l'enrichissement de concepts tels que le modèle d'action et à la définition de clés d'analyse des systèmes comme la notion de fonction. C'est aussi un moyen sans égal pour adapter un questionnement général à un contexte d'élevage particulier, lié à la filière de production ou au pédoclimat. En outre, l'enquête permet d'identifier les indicateurs de pilotage qu'utilisent les éleveurs ou fournit des pistes pour la recherche. L'expérimentation, elle, vise à élaborer des modèles biotechniques à l'échelle de la parcelle. A cet effet, le champ de variation des états des ressources tel qu'observé dans les élevages doit être impérativement considéré. L'expérimentation permet en outre de mettre au point et de déterminer le domaine de validité des indicateurs. La simulation, quant à elle, est indispensable pour prédire le comportement de systèmes complexes.

Références bibliographiques

Béranger C., 1992. Systèmes extensifs : problèmes généraux. *In : L'extensification en production fourragère. Compte rendu des Journées 1992 de l'AFPF.* 9-14.

Bellon S., 1992. Du diagnostic au pilotage des systèmes et couverts extensifs. *In : L'extensification en production fourragère. Compte rendu des Journées 1992 de l'AFPF.* 131-142.

Bossuet L., Duru M., 1994. Propositions pour le choix et la maîtrise du système fourrager. II. Indicateurs pour la gestion du pâturage tournant en élevage laitier. Fourrages, 137, 25-42.

Chatelin M.-H., Havet A., 1992. Understanding forage system management to improve it. The simulation contribution. *In : Approches globales des systèmes d'élevage et étude de leur niveau d'organisation : concepts, méthodes.* Commissions des communautés européennes, série Agriculture, Gibon, Matheron éds., 347-354.

Chatelin M.-H., Aubry C., Leroy P., Papy F., Poussin J.-C., 1993. Pilotage de la production et aide à la décision stratégique : le cas des exploitations en grande culture. Cahier d'économie et de sociologie rurales, 28,119-129.

Duru M., Charpenteau J.-L., 1981. Working on the farming systems in the Pyrenees. Elaboration of a model of constitution and utilization of hay stock. Agricultural Systems, 7, 137-156.

Duru M., Colombani H., 1992. Haymaking in risk and un certainky situations : central Pyrenees permanent grassland case. Agricultural System, 38, 185-207.

Duru M., Papy F., Soler L.-G., 1988. Le concept de modèle général et l'analyse du fonctionnement de l'exploitation agricole. C. R. Acad. Agr. Fr., 74, 4, 81-93.

Duru M., Gibon A., Osty P.-L., 1990. De l'étude des pratiques à l'aide à la décision. L'exemple du système fourrager. *In : Actes du séminaire du département SAD, Saint-Maximin, 2-3 mars 1989.* 159-179.

Fiorelli J.-L. 1992. *Diagnostic de gestion des ressources fourragères. Le cas du pâturage tournant des vaches laitières dans quatre exploitations des hautes Vosges et à la station expérimentale de Mirecourt.* Thèse, Institut national agronomique de Paris-Grignon, 197 p.

Gibon A., 1981. *Pratiques d'éleveurs et résultats d'élevage dans les Pyrénées centrales.* Thèse de docteur ingénieur, INA Paris-Grignon.

Gibon A., Lardon S., Rellier J.-P., 1989. The heterogeneity of grassland fields as a limiting factor in the organization of forage system. Development of a simulation tool of harvest management in the Central Pyrenees. Etudes et Recherche, 16, 105-117.

Girard N., Havet A., Chatelin M.-H., Gibon A., Hubert B., Rellier J.-P., 1994. Formalisation des relations stratégie/pilotage dans les systèmes fourragers. Propositions pour la conception d'instruments d'aide à la décision. Symposium FSRE

Guérin G., Léger F., Plimlin A., 1994. *Stratégie d'alimentation. Méthodologie d'analyse et de diagnostic de l'utilisation et de la gestion des surfaces fourragères et pastorales.* Institut de l'élevage, 36 p.

Hémidy L., Maxime F., Soler L.G., 1993. Instrumentation et pilotage stratégique dans l'entreprise agricole. Cahier d'économie et de sociologie rurales, 28, 91-118.

Hubert B., Girard N., Lasseur J., Bellon S. 1993. Les systèmes d'élevage préalpins. Derrière les pratiques des conceptions modélisables. *In : Pratiques d'élevage extensif.* INRA, Etudes et recherches sur les systèmes agraires et le développement, 27, 380p, 351-386.

Mathieu A., 1989. A view point on herbage systems in farms : management program. INRA, Etudes et recherches sur les systèmes agraires et le développement, 16, 129-136.

Mathieu A., Havet A., 1992. Méthode de description des prairies permanentes pâturées en termes d'éléments physionomiques. *In : L'extensification en production fourragère. Compte rendu des Journées 1992 de l'AFPF.* 174-175.

Mélèse J., 1982. *L'analyse modulaire des systèmes.* Ed Hommes et Techniques, 233 p.

Sébillotte M., Soler L.G., 1990. Les processus de décision des agriculteurs. *In : Actes du séminaire du département SAD, Saint-Maximin, 2-3 mars 1989.* 93-118.

Viviani Rossi E.M., Theau J.-P., Gibon A., Duru M., 1992. Diagnostic des systèmes fourragers à partir d'une enquête : méthodologie et application à la constitution des stocks dans le Couserans. Fourrages, 130, 123-147.

Intégration de méthodes et outils analytiques dans une démarche recherche-système. Application à la prairie permanente

Granger Sylvie[1] ; Balent Gérard[2]

[1]INRA-SAD, route de Saint-Cyr, 78000 Versailles, France
[2]INRA-SAD, chemin de Borde-Rouge, 31326 Castanet-Tolosan cedex, France

Résumé

La diversité, la complexité et l'hétérogénéité issues des pratiques extensives sont autant d'obstacles à la production de références et à l'évaluation de différentes stratégies de production. Des concepts et méthodes adaptés à l'étude des systèmes complexes et à la description de la diversité doivent être mobilisés. L'apport des concepts et méthodes de l'écologie systémique à l'étude des prairies permanentes gérées dans le cadre de systèmes extensifs (Auxois, Bourgogne) est ici illustré. Les concepts de succession végétale, de perturbation et d'organisation fournissent des éléments de réponse pour étudier la dynamique de la végétation des prairies permanentes et apprécier le poids respectif des facteurs, liés aux pratiques et au milieu, responsables de son évolution.

Mots clés

Système écologique, prairie permanente, diversité, végétation, analyse factorielle, succession, perturbation, organisation..

Abstract

Integration of Analytical Methods and Tools in a Research Systems Context : Application to Permanent Grassland.

The diversity, complexity, and heterogeneity resulting from extensive practices are obstacles to the generation of references and to the evaluation of various production strategies. Concepts and methods appropriate to the study of complex systems and capable of describing the diversity must be selected. We highlight the contribution of the concepts and methods of ecological systems science to the study of permanent grassland that is managed extensively (Auxois, Bourgogne, France). The concepts of plant succession, disturbance, and organization provide the tools with which to study the dynamics of vegetation on permanent grasslands, and to estimate the relative influences of factors associated with practices and the environment that are responsible for changes in the vegetation.

Introduction

La nouvelle donne agricole au sein de l'Union européenne conduit à l'analyse des stratégies de production et des pratiques de gestion qui laissent une part importante à la diversité (des éléments de production — parcelles, cultures, animaux — et des processus de production eux-mêmes) et pour lesquelles l'insuffisance de références techniques et économiques est fréquemment constatée (Cazes, 1991). La diversité, la complexité et l'hétérogénéité issues des pratiques extensives sont autant d'obstacles à la production de références et à l'évaluation des différentes stratégies de production. La production de références pour le diagnostic et l'aide à la gestion des systèmes extensifs demande donc la mobilisation de concepts et de méthodes adaptés à l'étude des systèmes complexes et à la description de la diversité.

Nous proposons ici d'illustrer l'apport des concepts et méthodes de l'écologie systémique dans l'étude de la dynamique de la végétation des prairies permanentes gérées dans le cadre de systèmes extensifs. La végétation évolue dans le temps sous l'effet des pratiques de gestion des agriculteurs et des caractéristiques du milieu. Comment apprécier le poids de chacun de ces facteurs ? Comment rendre compte de cette dynamique ? En quoi les pratiques de gestion modifient-elles le fonctionnement et l'organisation des communautés de plantes ? Le concept de succession végétale (Mac Mahon, 1980), les méthodes de diagnostic fondées sur le concept de perturbation (Van Andel et Van den Bergh, 1987), l'émergence d'une théorie de l'organisation des systèmes écologiques (Kolasa et Pickett, 1989) fournissent des éléments de réponse à ces différentes questions. Un exemple illustre l'utilisation pratique de certains de ces concepts dans l'étude des prairies permanentes.

Cadre théorique d'étude des prairies permanentes

Fonctionnement et dynamique de la végétation des prairies permanentes

Les différents concepts développés pour décrire les aspects dynamiques des systèmes écologiques se réfèrent à une échelle de temps : les changements intervenant au sein d'une communauté végétale dans des intervalles de temps courts, quelques dizaines à quelques centaines d'années (Mac Mahon, 1980), sont nommés succession.

Les mécanismes de la succession sont liés à la réponse des espèces aux conditions de milieu, aux phénomènes de compétition ou facilitation entre les espèces et aux processus aléatoires se produisant au sein de l'environnement ou des populations (Noy-Meir et Van der Maarel, 1987). Par ailleurs, une particularité des systèmes écologiques prairiaux tient au fait que l'homme en conditionne fortement le fonctionnement. Les processus écologiques sont pilotés par l'homme, par ses pratiques (Balent, 1987) : pour le maintien ou l'augmentation de la production, la succession est bloquée à un stade donné (Mac Mahon, 1980).

La végétation, objet de la succession, constitue une entrée privilégiée du système écologique prairial défini comme l'ensemble des actions réciproques à différents niveaux d'organisation entre la végétation, le milieu physique et les pratiques. Elle correspond à la facette la plus accessible du système écologique (Mac Mahon, 1981).

Le concept de succession induit des choix méthodologiques liés à la description de la végétation, à l'expression des relations entre végétation et milieu-pratiques ainsi qu'à leur hiérarchie. Les méthodes d'analyse des données de végétation doivent rendre compte de la nature continue des processus de succession et de la réponse graduelle de la végétation aux facteurs écologiques.

La possibilité de diagnostic des prairies permanentes

Si on considère qu'une perturbation est "*un changement dans l'environnement d'un système biologique, qui interfère avec son fonctionnement normal*" (Van Andel et Van den Bergh, 1987), la prairie peut être vue comme un système écologique soumis à un régime de perturbation plus ou moins variable. Les pratiques agricoles en sont la source essentielle. Si une pratique change en nature, en intensité ou en rythme d'application, elle constitue une perturbation. En revanche, des pratiques régulières en intensité et en fréquence créent un régime de perturbation qui devient partie intégrante des états normaux du système (Rykiel, 1985).

La question de la définition des états normaux d'un système, référence nécessaire pour juger de la portée d'une perturbation, se pose (Balent *et al.*, 1993). Pour définir ces états de référence, Blandin (1986) propose de reconstituer la dynamique de systèmes préexistants dont on sait à quelles contraintes ils ont été, et sont, soumis. L'analyse factorielle des correspondances (AFC) constitue alors un outil privilégié pour atteindre cet objectif. Elle appartient aux méthodes d'analyse de gradient indirect, ou analyse *a posteriori*, méthodes qui arrangent les relevés le long d'axes générés à partir de données des relevés et non selon un gradient environnemental observé (cas d'une analyse de gradient direct ou analyse *a priori*). L'AFC permet d'identifier les processus écologiques qui structurent le système et de modéliser les réponses de l'ensemble ou d'une partie de ce système aux variations des processus.

Ses propriétés ont été utilisées avec succès pour modéliser l'évolution postculturale de surfaces pastorales dans les Pyrénées centrales en relation avec deux facteurs écologiques : la fertilité des sols et l'intensité d'utilisation (Balent, 1987).

Le choix des échelles de travail et des critères d'observation

La hiérarchie est la propriété la plus intéressante de l'organisation pour analyser le fonctionnement d'un système (Kolasa et Pickett, 1989). Elle conduit à identifier des niveaux d'organisation caractéristiques (Allen, 1987) :

- à chaque niveau d'organisation correspondent des processus, qui se déroulent à des fréquences caractéristiques ;
- les critères d'observation des processus changent d'un niveau d'organisation à l'autre ;
- la complexité dans les systèmes écologiques provient de l'interaction entre différents niveaux d'organisation.

Les méthodes d'ordination sont aptes à révéler la structure d'objets complexes. Leur stratégie (réduire le nombre de dimensions d'un tableau) consiste à filtrer les effets des processus dont les fréquences naturelles ne sont pas du même ordre de grandeur que le phénomène auquel on s'intéresse (Allen, 1987). Elles permettent de distinguer les différents niveaux d'organisation d'un système.

Exemple d'application : les prairies de l'Auxois

L'alternative entre les méthodes qualitative et quantitative pour la description de la végétation

Dans un exemple d'application de la démarche au cas de prairies pâturées (Granger, 1992), on montre que choisir le codage des variables floristiques (présence/absence, recouvrement ou biomasse), c'est choisir un niveau d'organisation agroécologique (tableau I). Le mode de prise en compte des espèces joue sur la nature des processus mis en évidence : il influe directement sur la hiérarchie des facteurs écologiques actifs sur la végétation.

La variabilité totale des données (trace) augmente lorsque le critère d'observation change : la végétation des prairies échantillonnées paraît donc plus homogène pour la liste des espèces constitutives que pour leur représentation quantitative.

Enfin, les résultats de l'AFC permettent de vérifier que les facteurs écologiques agissent à des niveaux d'organisation différents au sein de la végétation. Les facteurs liés au milieu, en relation avec le régime hydrique, interviennent dans des processus au pas de temps plus long que les facteurs liés aux pratiques de gestion, fertilisation et chargement et donc à un niveau d'organisation hiérarchiquement élevé.

Tableau I. Influence du codage des variables floristiques sur la nature du processus agroécologique considéré et les facteurs écologiques pris en compte.

Codage	Qualitatif	Quantitatif
Critère d'observation	Liste des espèces — *Présence/absence*	Surface couverte par les espèces — *Fréquence ou contribution*
Nature du processus (Végétations stables)	Extension/colonisation des espèces *Pas de temps long*	Abondance des espèces *Pas de temps plus court*
Trace (*)	1,085	1,525
Espèces contributives aux axes factoriels (*)	F1 : *Avena pubescens* (-), *Briza media* (-), *Bromus erectus* (-)	F1 : *Agrostis capillaris* (+), *Festuca rubra* (+), *Lolium perenne* (-), *Trifolium repens* (-)
	F2 : Juncus (+), Luzula (+), Carex (+)	F2 : *Festuca rubra* (-), *Poa pratensis* (+), *Poa trivialis* (+)
Interprétation	F1/F2 : Régime hydrique	F1 : Fertilité

(*) : AFC réalisées sur tableaux de contingence relatifs aux présence/absence et aux contributions d'espèces de prairies permanentes (Granger, 1992).

La prise en compte de différents niveaux d'organisation

Les niveaux d'organisation liés aux activités agricoles — région, exploitation agricole, parcelle, paysage — sont impliqués et doivent être pris en compte dans la recherche sur les prairies :

- la région, importante dans sa dimension géographique pour appréhender la diversité du milieu physique, peut jouer un rôle au titre de l'environnement socioéconomique ;
- l'exploitation agricole, dont le territoire comprend des espaces essentiels pour le fonctionnement du système écologique prairial, est le niveau clé pour l'analyse des pratiques et la compréhension des savoir-faire des agriculteurs dans la mesure où l'articulation entre le système de production, les parcelles et les pratiques est explicitée. Par ailleurs, l'exploitation agricole représente le cadre opérationnel pour extrapoler des résultats et introduire des changements dans une exploitation (Sebillotte, 1974 ; Capillon, 1985) ;
- la parcelle, support des processus agroécologiques, est le niveau clé pour l'étude du milieu et de la végétation ;
- le paysage, niveau d'organisation écologique, est important pour l'étude de la dynamique de la végétation.

La figure 1 présente un exemple où plusieurs niveaux d'organisation ont été sollicités pour organiser l'échantillonnage.

La complémentarité entre des approches indépendantes, parce que liées à des niveaux d'organisation différents ou utilisant des critères d'observation différents, peut être utilisée pour caractériser un même élément du système écologique prairial (tableau II).

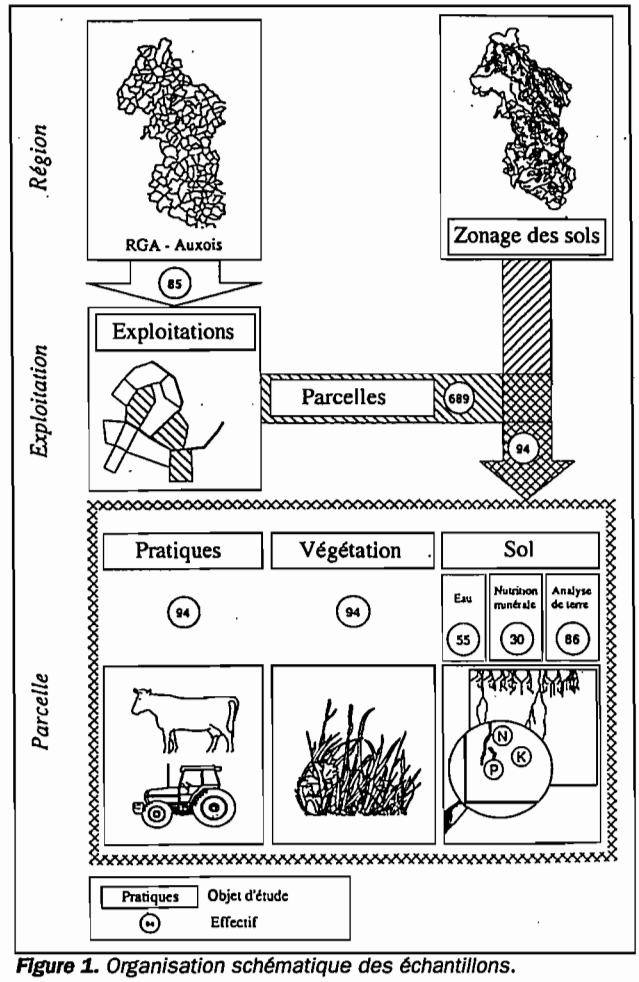


Figure 1. *Organisation schématique des échantillons.*

Tableau II. Récapitulatif de démarches utilisées pour caractériser les éléments du système écologique prairial.

	Échelle (mode d'approche)	Objectif
Pratiques	Exploitation agricole (enquête)	Systèmes de production. Place des prairies permanentes dans les ressources fourragères
	Exploitation agricole (enquête)	Affectation des prairies à une production. Règles
	Parcelle (historique, calendrier de pâturage)	Analyse de la variabilité interparcellaire des pratiques
Sols (milieu)	Région (synthèse cartes géologique et pédologique)	Diversité des sols sur la base de leur comportement hydrique
	Parcelle (description morphogénétique)	Organisation des sols
	(analyse de terre)	Caractéristiques physico-chimiques et granulométriques Caractéristiques chimiques (offre P, K)
	(analyse de végétaux)	Teneurs en N, P, K (prélèvements)
Végétation	Parcelle (méthode des poignées. recouvrement-biomasse)	Expression de la réponse aux facteurs écologiques

Conclusion

La diversité et la complexité des prairies permanentes en font un objet d'étude adapté à une approche systémique.

La prairie permanente est un système écologique prairial caractérisé par des aspects structurels et fonctionnels. La végétation, facette la plus accessible du système écologique, résulte de la combinaison de processus biologiques connaissant des rythmes différents. L'AFC se révèle un outil privilégié pour expliciter tant la nature des facteurs écologiques actifs dans les processus que leur hiérarchie dans le fonctionnement du système écologique prairial.

La prise en compte de niveaux hiérarchisés liés aux activités agricoles permet de mettre en évidence les antagonismes qui peuvent exister entre des logiques de gestion à des niveaux d'organisation différents. Ainsi, dans notre exemple, les pratiques d'affectation des surfaces aux animaux résultent du niveau d'organisation lié à l'exploitation agricole. Les caractéristiques structurelles des parcelles (accessibilité, distance et surface) déterminent les affectations, sans prise en compte des caractéristiques du milieu (portance, qualité d'herbe). Ces pratiques induisent pour la parcelle un déséquilibre entre le chargement et la ressource disponible (cas du pâturage des génisses), qui peut jouer à long terme sur la reproductibilité de cette ressource.

Dans la connaissance des systèmes hiérarchisés, nos travaux portent sur l'analyse des processus à chacun des niveaux, la définition des objectifs et des états obtenus. Ces travaux ouvrent des perspectives de recherche sur l'articulation entre les niveaux et, d'un point de vue méthodologique, sur les outils utiles à la gestion des articulations. Dans un objectif d'aide à la décision, le problème de la modélisation inter-niveaux reste entier.

Références bibliographiques

Allen T.F.H., 1987. Hierarchical complexity in ecology : a non euclidean conception of the data space. Vegetatio, 69 : 17-25.

Balent G., 1987. *Structure, fonctionnement, et évolution d'un système pastoral. Le pâturage vu comme un facteur écologique piloté dans les Pyrénées centrales*. Thèse, université de Rennes I, p.1-15 et p.114-146.

Balent G., Duru M., Magda D., 1993. Pratiques de gestion et dynamique de la végétation des prairies permanentes. Une méthode pour le diagnostic agroécologique, une application aux prairies de l'Aubrac et de la vallée de l'Aveyron. Etudes et Recherches du SAD, Versailles, INRA, 27 : 283-301.

Blandin P., 1986. Bio-indicateurs et diagnostic des systèmes écologiques. Bulletin d'écologie, 17 (4) : 215-307.

Capillon A., 1985. Connaître la diversité des exploitations : un préalable à la recherche de références techniques régionales. Agriscope, 6 : 31-40.

Granger S., 1992. *Typologie de fonctionnement de prairies permanentes pâturées. Essais d'identification de voies à prospecter pour la gestion des prairies de l'Auxois*. Thèse, université de Bourgogne, Dijon, France, 260 p.

Kolasa J., Pickett S.T.A., 1989. Ecological systems and the concept of biological organization. Proceed. Nat. Acad. Sci. USA, Ecology, 86 : 8837-8841.

Mac Mahon J.A., 1980. Ecosystems over time : succession and other types of change. *In : Forests : Fresh perspectives from ecosystem analysis*, Proceed. of 40th Ann. Biol. Coll, Oregon 1979, Waring R.H. éd., Corvallis, Oregon State University Press, p.27-58.

Mac Mahon J.A., 1981. Successionnal processes : Comparisons among biomes with special reference to probable roles of and influences on animals. *In : Forest succession : Concept and application*, West D.C. *et al.* éds., New-York, Springer Verlag, p. 277-304.

Noy-Meir I., Van Der Maarel E., 1987. Relations between community theory and community analysis in vegetation science : some historical perspectives. Vegetatio, 69 : 5-15.

Rykiel E. J. Jr., 1985. Towards a definition of ecological disturbance. Australian Journal of Ecology, 10 : 361-365.

Sebillotte M., 1974. Agronomie et agriculture. Essai d'analyse des tâches de l'agronome. Cahiers ORSTOM, série Biologie, 24 : 3-25.

Van Andel J., Van den Bergh J.P., 1987. Disturbance of grasslands. *In : Disturbance in grasslands*, Van Andel *et al.* éds., Junk, Dordrecht, p. 3-13.

Eléments pour une approche systémique du fonctionnement des périmètres irrigués

Molle François, Ruf Thierry
ORSTOM, BP 5045, 34032 Montpellier cedex 1, France

Résumé
L'étude de l'agriculture irriguée se distingue principalement de celle de l'agriculture pluviale par l'existence de contraintes fortes et partagées liées à la présence d'un réseau hydraulique. Cette dépendance conduit à un mode d'organisation sociale et à des modalités de gestion de la ressource (eau et terre) qui reflètent à la fois une évolution historique et des contraintes évolutives liées à l'environnement, aux caractéristiques du périmètre physique et de la ressource en eau. Une représentation systémique de l'ensemble permet de mettre en relief les interactions entre le périmètre physique, le groupe humain qui l'exploite, les lignées techniques et l'environnement physique et humain.

Mots clés
Irrigation, système, gestion de l'eau, réhabilitation, représentation, changements d'échelle, sociétés, lignées techniques, organisations, réseaux.

Abstract
Systems Approach to Irrigated Areas
Approaches to the study of irrigated and rainfed agriculture differ, largely because of the constraints associated with the irrigation network. These constraints underlie the social organization and management of water and land —the result of long-term changes in the environment, the irrigated area, and the water resources—in irrigated areas. A systems representation of the entire irrigation structure reveals the interactions that exist between the irrigated area, the human group that manages it, technical references, and the natural and human environments.

Introduction

La nécessité d'une approche système est née de la prise de conscience progressive, au cours des années 70 et au début des années 80, de l'insuffisance d'approches volontaristes, technicistes et monodisciplinaires, qui se reflétait, parfois de manière criante, dans les échecs et les contradictions des actions de développement. D'un constat d'échec, on est passé à l'hypothèse que les paysans avaient de bonnes raisons de ne pas faire ce qu'on voulait qu'ils fassent, puis à l'idée plus générale qu'ils ont de bonnes raisons de faire ce qu'ils font. La nécessité d'une meilleure compréhension des logiques paysannes conduisait à la reconnaissance des interactions entre les sphères économiques, socioculturelles, techniques, agronomiques et écologiques.

De manière générale, l'évolution de toutes les disciplines traitant de développement rural a été orientée par la nécessité de remettre l'homme en leur centre. Cela a été particulièrement vrai pour l'agronomie à partir des années 1975 - 1980 (Marchal, 1991, Sebillotte 1974), avec l'émergence de concepts comme les systèmes agraires ou les systèmes de production ou, de manière plus récente, pour l'halieutique (Quensiere, 1993).

En ce qui concerne plus spécifiquement l'agriculture irriguée, qui relève traditionnellement de l'agronomie et du génie rural, il semble que cette évolution ait été, et soit encore dans une certaine mesure, freinée par la prédominance dans la conception et la gestion des périmètres de la composante techniciste de l'ingénierie rurale (Van der Zaag, 1992 ; Diemers et Slabbers, 1992). Pourtant, on constate à l'heure actuelle une conscience croissante de la nécessité d'une approche systémique ; ceci vaut aussi bien pour les systèmes traditionnels, perçus comme des construits sociaux complexes, que pour des grands périmètres avec forte intervention étatique, pour lesquels ce sont davantage les échecs répétés et les coûts récurrents élevés qui ont suscité cette prise de conscience.

Approche systémique d'un périmètre irrigué

Représentation schématique

L'étude d'un système irrigué se distingue principalement de l'étude d'un système agraire non irrigué — où les inter-

relations entre individus peuvent être plus difficiles à déceler — par l'existence de contraintes fortes et partagées liées à la présence d'un réseau hydraulique : la nécessité de s'organiser pour capter, conduire, distribuer l'eau, d'une part, et construire ou maintenir les infrastructures du réseau d'autre part, tend à modeler des sociétés ou des groupes humains différents et spécifiques. On conçoit, en particulier, que les modes de partage de l'eau (gestion de l'eau) et des terres irriguées (règles foncières) représentent le plus souvent des ressources rares et constituent des foyers de tension et de conflits potentiels qui rendent nécessaire l'élaboration de règles sociales fortes et contrôlées par une autorité reconnue. Ce lien social et cette dépendance commune d'une ressource à partager accentuent la nécessité d'une approche systémique qui permette un éclairage sur les divers éléments d'un système irrigué et sur leurs interactions.

A partir de la représentation générale d'un système donnée par Lemoigne (1990), qui tient "*pour inséparable le fonctionnement et la transformation d'un phénomène des environnements actifs dans lesquels il s'exerce et des projets par rapport auxquels il est identifiable*", on peut proposer la description suivante.

Structure/frontières : un système irrigué comprend un périmètre physique, soit l'ensemble des infrastructures de captage et de distribution de l'eau, ainsi que les terres où son application est possible et le groupe humain qui en dépend — les paysans, les aigadiers (personnes chargées de conduire l'eau aux usagers), les administrateurs, les commerçants — avec ses institutions et ses moyens de production.

Fonctionnement : le système fonctionne à travers les règles de mise en œuvre des installations hydrauliques, le déroulement des activités agricoles, la gestion des flux d'eau, de terre, de travail, d'équipement, de finances (crédit), de marchandises (commercialisation).

Environnement : le système est fortement influencé, voire contraint, par un environnement à la fois physique (impact de l'amont sur la ressource captée ou de l'aval sur les possibilités de drainage) et humain (paramètres économiques, flux démographiques, flux d'information, environnement politique).

Finalités : outre qu'il répartit la ressource en eau à un instant et en des lieux où elle fait défaut (fonction agronomique), le système irrigué est l'objet d'attentes individuelles et collectives des différents acteurs, qui expriment en particulier les jeux de pouvoir propres à chaque groupe social.

Transformations : de par sa propre dynamique (sociale et physique) interne et les différentes perturbations de l'environnement, on constate une redéfinition continue du système, qui culmine parfois dans des crises.

On peut représenter schématiquement cette description sous une forme légèrement différente (fig.1), en choisissant de mettre en exergue la relation entre le périmètre irrigué physique et la société qui vit autour et l'exploite, avec (flèche horizontale) les lignées techniques (gestion de l'eau incluse) qui se situent à leur interface. Le graphique indique les principales caractéristiques liées à ces deux pôles et quelques-uns des changements qui peuvent intervenir et modifier l'équilibre établi. Ces changements peuvent être internes ou bien liés à des modifications de l'environnement (physique à droite, humain à gauche). La flèche verticale, enfin, introduit la dimension temporelle et indique que la lecture de la situation présente ne peut se faire qu'à travers l'analyse historique de cette interaction. Cette schématisation ne constitue évidemment pas une modélisation opérationnelle mais un cadre de représentation du système. On

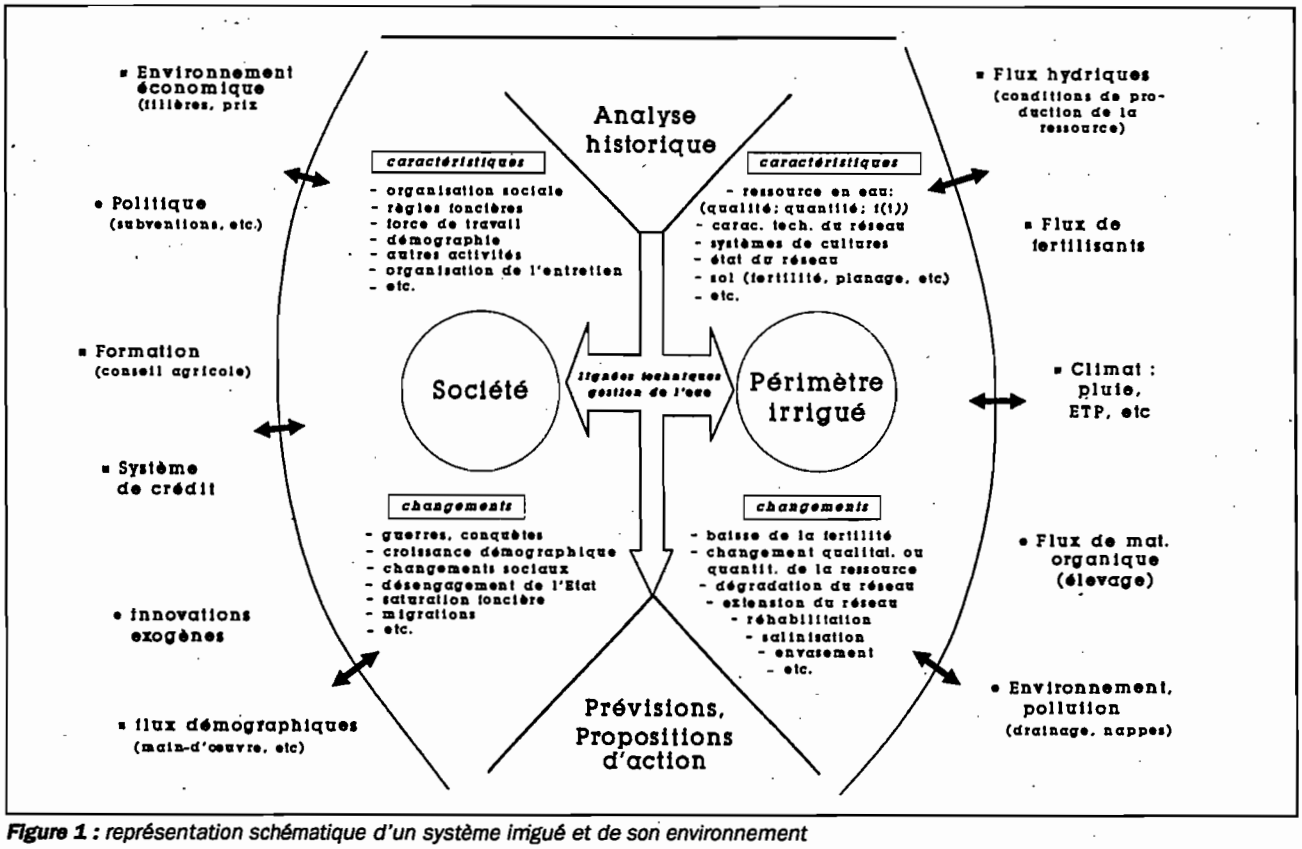


Figure 1 : *représentation schématique d'un système irrigué et de son environnement*

sait comment la représentation initiale d'un problème détermine directement la démarche de résolution, ainsi que la nature et la qualité des résultats.

L'expression des logiques sociales

Malgré l'extrême diversité des situations, cette description globale est suffisamment générale pour s'appliquer à tous les systèmes d'irrigation et met l'accent sur les interrelations entre les divers éléments. Le groupe social, par exemple, peut être constitué d'une communauté villageoise ayant construit son propre réseau, ou bien par l'ensemble des paysans et fonctionnaires installés sur un périmètre conçu et géré par une société d'exploitation étatique. Dans tous les cas, l'analyse sociale conduit à mettre en évidence les liens entre les structures du pouvoir (rôles, hiérarchies, attributs, privilèges, etc.) et les formes de partage et transmission de l'eau et de la terre ; elle fait apparaître également une division du travail et l'existence d'une autorité hydraulique responsable du bon fonctionnement et de la pérennité du périmètre.

L'histoire de la construction du réseau, la logique d'attribution des premiers droits d'eau, l'analyse des conflits, crises et procès à la lumière des changements historiques concomitants (démographie, saturation foncière, modification de la ressource en eau, changements agronomiques, etc.), l'évolution des règles de partage et de transmission des droits d'eau ainsi que les remises en cause de l'autorité hydraulique mettent en relief la logique sociale superposée à celle de la trame physique (Ruf, 1993a). C'est cette compréhension qui peut permettre d'anticiper des dysfonctionnements ou d'y apporter des correctifs susceptibles d'être acceptés par les intéressés (Sabatier et Ruf, 1992).

Un tel cadre d'analyse amène à reconnaître que l'irrigation est "clairement un processus social" (Diemers et Slabbers, 1992) et non pas seulement — ou accessoirement — un problème d'hydraulique et de relation eau-sol-plante.

La gestion de l'eau apparaît comme l'expression du compromis entre contraintes physiques et réalités sociales. Si l'approche techniciste de la gestion repose sur des normes d'accès à l'eau considérées comme équitables et rationnelles par les aménageurs (normes modulées par des considérations agronomiques sur les besoins en eau), l'analyse des systèmes d'irrigation traditionnels, en revanche, fait apparaître un nombre quasi illimité de variantes de systèmes de gestion et de tours d'eau (Gilot, 1994) : les modalités de gestion, en particulier le partage du déficit, reflètent l'histoire sociale de la communauté, l'origine et les caractéristiques des droits d'eau — temps d'arrosage, rattachement à la terre, au temps, à l'individu ou au lignage (Aubriot, 1991), etc. — ainsi que des facteurs comme la rareté relative de l'eau ou la quantité de travail en commun exigée pour l'entretien du réseau (Martins et Yodder, 1988). Il s'ensuit que l'équité est également un acquis social, qu'elle peut être stricte (et sans souplesse), comme dans le cas du système *warabandi* en Inde/Pakistan, ou incorporer des droits de caciques (Ruf 1993a), nier l'accès au réseau aux descendants de non-fondateurs et s'accompagner de vols d'eau qui — comme dans le cas de certaines communautés népalaises apparemment bien organisées décrites par Martins et Yodder — peuvent obliger chaque paysan à garder jour et nuit sa parcelle... Les logiques sociales peuvent être si contraignantes que Barbier (1989) signale, au Burkina-Faso, le cas de demandes visant à mélanger les individus de différents villages au niveau des canaux tertiaires afin de réguler les conflits d'intérêt.

Cette confrontation entre deux logiques est particulièrement forte en Afrique (Funel et Laucoin, 1980) et en Asie dans le cas de périmètres implantés par l'Etat sur des terroirs villageois. De même, la réhabilitation de périmètres irrigués traditionnels à Madagascar (Rollin, 1994), fondée sur un principe d'équité hydraulique, a été mise en échec pour ne pas avoir pris en compte la stratification sociale superposée au réseau, les notables, en amont du périmètre, n'acceptant pas d'être mis sur un pied d'égalité avec leurs anciens esclaves, installés sur les terres plus en aval. Qu'on l'ait identifiée ou non à l'avance, la question de la modification éventuelle — implicite ou explicite — des règles de gestion, avec ses implications sociales, se pose aux organismes d'intervention (Levine et Coward 1989). Il peut être opportun ou non de susciter un changement, l'équilibre étant parfois difficile à trouver entre la nécessité d'un consensus social, un partage hydraulique plus égalitaire et les contraintes d'ordre physique.

Le jeu des interactions

Quelques exemples concrets permettent d'éclairer le schéma théorique global proposé plus haut et de mettre en exergue les interactions entre les différentes composantes.

L'histoire des origines de l'agriculture irriguée fournit une première évidence des implications et contraintes de cette activité à l'échelle historique : ainsi est-il impossible de dissocier l'apparition, en Mésopotamie, des premières cités-Etats de celle de l'irrigation. Organisation, hiérarchie, administration, accumulation, sédentarisation sont à la fois causes et conséquences de la maîtrise progressive de l'eau pour l'agriculture (Maneglier 1991). L'histoire politique de Sumer suit de près celle de son agriculture ; sa conquête par les Akkadiens (2370 av. J.-C.) correspond, après la disparition du blé au profit de l'orge — plus résistant à la salinité —, à la chute des rendements liée à la généralisation des problèmes de salinisation (Pointing 1991).

A plus petite échelle temporelle, on peut trouver de multiples cas d'interaction. La relation entre la maîtrise de la ressource et la production, par exemple, est bien illustrée par la situation classique suivante : l'irrégularité de la ressource captée ou une mauvaise gestion de l'eau dans le réseau primaire peuvent conditionner la régularité des apports au niveau du tertiaire et, partant, influencer le niveau de maîtrise de l'eau à la parcelle : du risque qui en découle (lui-même modulé par des paramètres comme le type de sol ou la localisation de la parcelle dans le réseau) pourront dépendre les niveaux d'intensification adoptés par les paysans, lesquels seront par ailleurs dépendants des coûts de production, du crédit disponible, de la fiabilité et de la régularité du système des prix, de la main-d'œuvre disponible, etc. Cette situation se retrouve par exemple en Thaïlande (Plusquellec et Wickham, 1985) et explique en partie le faible intérêt et la participation limité des paysans vis-à-vis des aménagements parcellaires.

Au Costa Rica, le principal périmètre public (Arenal Tempisque), d'une superficie de 6 000 ha, est en cours d'extension à une taille de 40 000 ha. Ce changement sur le réseau implique — entre autres — une brusque raréfaction de l'eau, un changement total de gestion de la distribution, une saturation de la filière rizicole, une pénurie de main-d'œuvre et de moyens mécaniques. Il faut donc s'attendre à des évolutions marquées et, si possible, les anticiper : bouleversement du système des prix, des systèmes de culture, des stratégies foncières et de l'accès à la force de travail (Molle, 1993).

De manière similaire, Vermillion (1989) donne un exemple suggestif de transformations provoquées, dans un village de Sumatra, par le remplacement d'un ouvrage de dérivation traditionnel par un seuil cimenté : de ce changement, en apparence minime, ont découlé un meilleur niveau d'eau dans les canaux, une évolution des systèmes de culture, une augmentation des pertes et des fuites dans les adducteurs générant la demande et la pose d'un revêtement, lequel entraîna à son tour une limitation des possibilités de branchement direct dans le canal, un besoin de canaux supplémentaires et, *in fine*, une transformation des droits d'eau et du foncier. Le cas contraire est plus fréquent ; la raréfaction de l'eau, soit pour des raisons climatiques soit à cause de l'augmentation des usages, conduit à des changements importants (conflits, nouvelles règles de partage, changements de cultures, comme en Thaïlande, où le riz de contre-saison est progressivement abandonné au profit de cultures moins exigeantes en eau).

La figure 1 indique un certain nombre de changements (endogènes) courants qui affectent soit le sous-système physique, soit le groupe humain, avec des répercussions sur l'ensemble du système irrigué : outre la variation quantitative — ou temporelle — de la ressource amont évoquée plus haut, la dégradation ou l'envasement du réseau, la baisse de la fertilité ou la salinisation des terres, au fur et à mesure qu'elles s'accentuent, remettent en cause les systèmes de production et se répercutent sur l'équilibre social. Réciproquement, la saturation foncière, souvent liée à la croissance démographique, ou des changements survenant au niveau de l'autorité hydraulique (désengagement de l'Etat, contestation du pouvoir traditionnel, etc) modifient le rôle et les modalités d'usage du périmètre irrigué.

L'environnement du système, enfin, conditionne très fortement son équilibre et ses évolutions : l'intégration progressive au marché, la monétarisation des économies paysannes, les systèmes de crédit ou de formation, les modes d'intervention étatique (politique agricole, subventions, etc), l'innovation technique, tout contribue à définir des contraintes ou des voies d'essor. Les opportunités comparatives offertes par la ville régulent les flux démographiques, définissent en partie la main-d'œuvre disponible et les cultures qu'il est possible alors de pratiquer. L'effondrement de certaines filières (comme celle du coton au Mexique) peut entraîner une mort partielle de certains périmètres.

Comme dans tout système anthropisé ouvert, l'étude des systèmes irrigués met en évidence un processus historique, fait de phases d'évolution homéostatique et de ruptures ou de crises plus brutales.

Au fil de l'eau

L'eau constitue le fil conducteur de la compréhension : elle est le produit de l'environnement amont du périmètre, puis le traverse de part en part en apportant sa contribution à la croissance des cultures, avant de poursuivre son chemin au-delà des exutoires de drainage, souterrains (nappes) ou superficiels (drains). Au cours de ce cheminement, l'eau subit une altération continue, tant sur le plan quantitatif que sur le plan qualitatif.

Porter un diagnostic au fil de l'eau peut s'organiser de deux manières. En suivant le courant, on commence par définir la ressource en eau, on observe sa course, son partage et son usage. A contre-courant, pour expliquer l'usage, il faut remonter au partage de l'eau ; pour comprendre celui-ci, on étudie l'appropriation des ressources.

Dans l'approche descendante, la disponibilité en eau est évaluée dans les bassins versants et comparée à l'ensemble des débits captés par les infrastructures répertoriées. Les données hydrologiques sont déterminées avec une certaine probabilité, par exemple, huit années sur dix. Des calculs similaires permettent de quantifier l'espérance de débit dans les ramifications d'un réseau. Cependant, plus on s'éloigne du point de captage initial, plus les branches se multiplient et moins les débits estimés sont validés, faute d'instrument de mesure et de suivi technique et financier.

L'agriculture est finalement décrite sous la forme d'assolement prévu, imposé ou observé (tout dépend du modèle d'encadrement de l'agriculture irriguée). Le bilan entre l'offre en eau et la demande de l'agriculture se présente sous des pas de temps variés, souvent annuels ou mensuels, plus rarement décadaires ou journaliers. L'évaluation des pertes en eau est souvent primordiale du point de vue du gestionnaire de l'eau, qui met l'accent sur le gaspillage entraîné par les pratiques d'arrosage des agriculteurs. De nombreuses études recommandent le paiement de l'eau au volume réellement consommé et le renchérissement du prix de l'eau pour faire prendre conscience aux usagers de la valeur de l'eau.

Or, ces notions font l'objet de débats entre usagers, gestionnaires de réseaux et responsables administratifs et politiques. Dans certaines sociétés, l'accès à l'eau est considéré comme une condition pour exercer une activité agricole donnée, sans souci d'en quantifier la consommation. Ceci concerne particulièrement les sociétés qui ont connu la transition entre l'agriculture de décrue et l'agriculture irriguée. Au Mexique, par exemple, dans les bassins endoréiques du Nasas ou de l'Aguanaval, les terres inondées naturellement ont été aménagées au cours du XIX^{e} siècle pour étendre les effets bénéfiques de la crue. Après la construction des grands barrages, dans les années 1930-1950, l'Etat a financé un nouveau réseau de canaux bétonnés, distribuant l'eau par grands modules d'arrosage de 100 ou 200 litres par seconde. Les pratiques d'arrosage restent proches de celles du système de crue, par inondation de petits bassins endigués. Aujourd'hui, les usagers se montrent réticents à payer l'eau au volume quand toute leur histoire se fonde sur le droit d'accès à la terre inondée (Gallard, 1993 ; Ruf, 1993 b).

L'importance donnée au gaspillage lors des arrosages existe aussi dans les expertises sur le milieu oasien (Actes du séminaire de Tozeur, décembre 1993, ORSTOM, à pa-

raître). Pour autant, les bilans hydriques sur lesquels s'appuie ce type d'analyse simplifient le fonctionnement du complexe eau-sol-plantes. La variabilité des besoins et des pratiques donne lieu à des bilans très contrastés au sein des sous-parcelles du champ irrigué (Job, 1993, comm. pers.). La maîtrise de l'eau ne concerne pas seulement la cohérence entre l'application et la réserve utile du sol, mais aussi le lessivage des sels et le maintien de la nappe phréatique dans l'oasis dans un intervalle utile, ni trop superficiel ni trop profond.

Dans l'approche ascendante, au fil de l'eau, le diagnostic part du point de vue des usagers, de l'aval vers l'amont. C'est l'étude des conditions dans lesquelles ils recoivent l'eau qui permet de juger le fonctionnement du réseau. En effet, un grand nombre de réseaux d'irrigation est confronté à la raréfaction de la ressource en eau, soit pour des raisons climatiques, soit par le jeu de nouveaux usages de l'eau en amont du système ou encore par l'extension des superficies ayant accès au réseau. On note alors qu'un usager bénéficie rarement d'une sécurité d'approvisionnement en eau. En outre, il existe des disparités dans les conditions d'irrigation du fait des dotations, des délais entre deux arrosages et des périodes d'application (par exemple, le jour et la nuit).

La recherche s'intéresse à l'organisation des groupes d'usagers pour irriguer l'ensemble des terres. A partir d'observations journalières, parfois même heure par heure, on met en évidence le risque de manquer d'eau dans les parcelles identifiées sur le cadastre (Gilot, 1993). L'origine du manque d'eau s'explique à un niveau supérieur, par exemple dans le bloc hydraulique, ou à des niveaux plus englobants encore, à l'échelle du bassin versant. Les résultats de ces travaux, exposés aux gestionnaires des réseaux et aux représentants des usagers, peuvent les amener à débattre des règles de gestion, de leur application et de leur révision éventuelle.

Conclusion

Approche ascendante ou descendante, le diagnostic sur la gestion de l'eau rend compte d'une condition essentielle de l'évolution des agricultures irriguées, l'adéquation entre l'offre et la demande en eau. On conçoit que la dynamique d'une petite région irriguée soit aussi fortement déterminée par les contraintes techniques sur les facteurs de production et par les systèmes de prix, comme dans n'importe quel système agraire. La spécificité de l'irrigué, c'est cette dépendance commune du réseau, cette obligation d'organiser et réglementer l'accès à la ressource commune, la présence et la reconnaissance d'une autorité légitime, les conséquences sur l'ensemble du système de la modification d'un comportement individuel ; ce sont les règles progressivement établies pour prendre en compte les fluctuations de la ressource, de la demande et des comportements : écheveau clé dont il faut démêler la complexité sociale, écheveau charnière qui est élaboré par l'homme et qui, en retour, modèle son comportement.

Références bibliographiques

Aubriot O., 1991. *Organisation sociale d'un réseau ancien d'irrigation dans un village du centre du Népal*. Université de Provence Aix-Marseille I, IRAT, France, 70 p.

Barbier B., 1989. *Le tour d'eau sur les petits et moyens périmètres irrigués du Burkina Faso*. Mémoire, CNEARC, 92 p.

Diemer G., Slabbers J. éds., 1992. *Irrigators and engineers*. Amsterdam, Hollande, Thesis Publishers, 308 p.

Funel J.-M., Laucoin G.,1980. *Politiques d'aménagement hydroagricole*. Paris, France, Agence de coopération culturelle et technique, PUF, Col. Techniques vivantes, 211 p.

Gallard D., 1993. *L'exemple du périmètre de Jimulco dans le bassin endoréique de l'Aguanaval, nord du Mexique*. Mémoire de Mastère "Maîtrise de l'eau pour le développement", Montpellier, France, ENGREF, 72 p.

Gilot L., 1993. *Essai d'application d'une méthode de diagnostic d'un périmètre irrigué basée sur l'étude du tour d'eau, l'exemple d'un périmètre andin d'Equateur*. ORSTOM - INERHI, Quito, Equateur, 86 p.

Levine G., Coward E.W., 1989. Equity considerations in the modernization of irrigation systems. ODI/IIMI Irrigation Management Network Paper, 89/2b, 26 p.

Maneglier H., 1991. *Histoire de l'eau — Du mythe à la pollution*. Paris, France, Ed. François Bourin, 230 p.

Marchal J.-Y., 1991. Quand les agronomes s'en vont aux champs. L'Espace géographique, 3, 1990-1991, p. 214-221.

Martin E.D., Yoder R., 1988. A comparative description of two farmer-managed irrigation systems in Nepal. Irrigation and Drainage Systems, 2 : 147-172.

Molle F., 1993. *Mission d'identification au Costa Rica sur le thème des systèmes irrigués*. Montpellier, France, CIRAD/SAR, 59/93, 30 p.

Plusquellec H.L., Wickham T., 1985. Irrigation design and management ; Experience in Thailand and its general applicability. World Bank Technical Paper, 40, 80 p.

Pointing C., 1991. *A green history of the world*. Penguin Books, 432 p.

Quensiere J., 1993. De la modélisation halieutique à la gestion systémique des pêches. Nature, Sciences, Société, 1993, 1 (3), p. 211-219.

Rollin D., 1994. *Des rizières au paysage. Eléments pour une gestion de la fertilité dans les exploitations agricoles du Vakinankaratra et du nord Betsileo*. Thèse de doctorat, 250 p.

Ruf T., 1993a. La maîtrise de l'eau par une société andine équatorienne : dilemme entre innovation de gestion et conservation des ressources hydriques, Urcuqui. 1. La fondation ancienne de réseaux d'irrigation. 2. Le partage de l'eau au XX^{e} siècle. *In : Innovations et sociétés, 13-16/9/93*. CIRAD-ORSTOM, Montpellier, France, 23 p.

Ruf T., 1993b. *Gestion et usage de l'eau dans les bassins hydrographiques du nord du Mexique*. Rapport de mission d'appui au projet ORSTOM-INIFAP, ORSTOM, Montpellier, France, 59 p.

Sabatier J.-L., Ruf T., 1992. La gestion sociale de l'eau. *In : La gestion sociale de l'eau*, 1, ORSTOM, Montpellier, France, 5-8.

Sebillotte M.,.1974. Agronomie et agriculture. Essai d'analyse des tâches de l'agronomes. *In : Cahiers ORSTOM, série Biologie*, 24, Paris, France, 3-25.

Van der Zaag P., 1992. The material dimension of social practice in water management : a cas study in Mexico. *In : Irrigators and engineers*. Diemer G. and Slabbers J. éds., Amsterdam, Hollande, Thesis Publishers, 308 p.

Vermillion D.L., 1989. Second approximations : unplanned farmer contributions to irrigation design. ODI/IIMI Irrigation Management Network Paper, 89/2c, 19 p.

Comprendre et représenter l'organisation spatiale des systèmes techniques

L'élevage ovin extensif du sud du Massif central (causse Méjan, France)

Guérin Gérard[1] ; Lardon Sylvie[2] ; Osty Pierre-Louis[2] ; Triboulet Pierre[2]

[1]Institut de l'élevage, Agropolis, 34977 Montpellier cedex 5, France
[2]INRA-SAD, Chemin de Borde rouge, BP 27, 31326 Auzeville, France

Résumé

Pour l'élevage ovin extensif, l'organisation spatiale est une nouvelle question de recherche, abordée ici à partir des réponses qu'élaborent les éleveurs. Leur projet de production est interprété en terme de système technique incluant une stratégie d'alimentation : il s'agit de représenter la mise en place, dans le temps et l'espace, des affectations mutuelles lots d'animaux-ressources alimentaires. Pour réfléchir aux contraintes et aux opportunités d'aménagement des espaces de l'élevage, l'emploi d'un système d'information géographique est développé. Une affiche illustre les développements les plus récents de la recherche.

Mots clés

Elevage ovin, organisation spatiale, système technique, étude de cas, stratégie d'alimentation, SIG.

Abstract

Knowledge and Representation of the Spatial Organization of Technical Systems : Extensive Sheep Farming in the Southern Massif Central (Causse Méjan), France.

Farmers' responses to the emergent issue of spatial organization in extensive sheep farming are discussed. Their production plan is considered as a technical system including a feeding strategy, which is used to represent animal bands and food resources in time and space. Investigation into the constraints of and development opportunities for land given over to sheep farming is supported by use of a geographic information system (GIS). A poster highlights the most original achievements of the study.

Gérer l'espace en produisant

Dans le contexte socioéconomique français, les exploitations d'élevage ovin extensif sont confrontées à des marchés de plus en plus compétitifs, ce qui, en l'absence de produits différenciés (à l'exception notable du fromage de Roquefort), les met en difficulté. Elles doivent donc chercher à valoriser des atouts spécifiques. L'un d'eux réside dans l'étendue en général croissante des espaces dont elles peuvent disposer, notamment dans le sud du Massif central. Il est favorisé par la politique agri-environnementale qui se met en place. Rentabilité, performance technique, allégement du travail et gestion du milieu : comment ces différents objectifs sont-ils compatibles ? Cela se joue à l'échelle de l'exploitation agricole, dans l'organisation spatiotemporelle des activités des éleveurs et au niveau des localités où se combinent élevage et autres activités. L'élevage ovin extensif se heurte à une difficulté particulière : la complexité de l'assemblage de ressources hétérogènes, à la fois irrégulières et évolutives. L'intervention de l'homme sur l'espace, se réduisant fréquemment à la seule gestion du pâturage, affecte à la fois l'élaboration de la production animale et la reproduction de la ressource fourragère.

Notre démarche vise à comprendre et représenter les solutions que mettent en œuvre les éleveurs, campagne après campagne. Pour en rendre compte, des concepts intégrateurs et des représentations sont nécessaires.

Nous considérons l'exploitation d'élevage comme un système technique pour comprendre les logiques biotechniques qui structurent le projet de production de l'éleveur. La cohérence du système, au plan de la conduite des animaux comme du travail, passe notamment par une stratégie d'alimentation, organisant l'ajustement de l'offre fourragère à la demande alimentaire des animaux. Pour raisonner la dimension spatiale de cet ajustement, nous élaborons un système d'information géographique (SIG) représentant le déroulement d'une campagne d'utilisation des ressources.

Cette recherche est en cours avec la participation d'éleveurs et en relation avec les services du développement agricole. Elle se situe sur le causse Méjan (Lozère), un plateau d'altitude, depuis longtemps dépeuplé et assez représentatif de la zone de montagne du sud de la France. L'hiver impose la stabulation et la constitution de stocks fourragers. Hormis

10 à 20 % de terrains cultivables, la végétation est constituée soit de pelouses maigres, soit de ligneux, en général en progression. A plus ou moins long terme, la ressource herbacée est menacée (Cohen, 1992, com. pers.). Une soixantaine d'élevages ovins, en 1992, occupent la majeure partie des 350 km^2 du plateau. Une petite majorité ne produit que de la viande, les autres vendent aussi du lait. Ils sont en général bien équipés (bergeries neuves, tapis de distribution des aliments et salles de traite, chaînes de récolte achetées en commun, ensilage et traitement de la paille) et ont fait des aménagements (défrichements, broyage des cailloux et amélioration des champs). La gestion de l'espace, qui intéresse en particulier le Parc national des Cévennes, y est indissociable de la gestion de l'élevage et de ses dynamiques (Jollivet, 1989).

Comprendre le projet de production de l'éleveur : le système technique

Le projet de l'éleveur s'insère dans un milieu et une société locale. Le point de vue des agronomes explicite les logiques biotechniques qui sous-tendent l'activité productive. Le concept de système technique désigne le fait que les éleveurs transforment des fourrages en produits animaux marchands, en assemblant des terrains, des cheptels, des équipements et des pratiques selon des agencements assez forts et stables pour particulariser les contraintes et les opportunités des élevages (Osty et Landais, 1993).

Cependant, ces liens et ces règles évoluent : le système technique est une grille de lecture pour analyser la diversité des exploitations au cours du temps (Osty et Auricoste, 1989). La mise en évidence des régularités et des contrastes dans les pratiques des éleveurs donne des éléments d'évaluation des équilibres trouvés : calendriers de l'herbe et de la brebis, charge de travail et opportunités des marchés...

A partir d'enquêtes réalisées en 1975, 1983 et 1992, nous connaissons l'évolution des systèmes techniques du causse Méjan. Les élevages laitiers, tributaires des dates d'ouverture des laiteries, produisent de plus en plus sur la base de ressources stockées, avec des achats importants de concentré. Les élevages spécialisés en viande diversifient leur production d'agneaux, nés traditionnellement en fin d'hiver. Les agneaux élevés au pâturage disparaissent au profit des agneaux de bergerie, qui naissent plus tôt en hiver. La production d'agneaux nés à contre-saison et souvent vendus légers devient de plus en plus courante, ce qui conduit à des allotements complexes.

Le gardiennage continu du troupeau au pâturage est une pratique qui tend à disparaître, sauf en élevage laitier. Les clôtures servent d'abord à délimiter le contour de l'exploitation et à protéger les cultures. De plus en plus, elles sont posées en vue de constituer des parcs permettant le séjour prolongé d'un lot d'animaux. Dès lors, le troupeau ne fait plus de circuits quotidiens permettant des menus complexes à partir des landes, des pelouses et, éventuellement, des prairies cultivées. Allotement et constitution de parcs sont deux pratiques qui constituent une innovation décisive pour un pastoralisme moderne et pour lesquelles il est donc urgent d'élaborer des références (Osty *et al.*, 1994).

Identifier la stratégie d'alimentation dans les pratiques de l'éleveur

Ainsi, la satisfaction des besoins des troupeaux à partir de surfaces pastorales s'inscrit dans des structures fortes liées aux caractéristiques des exploitations et aux options des éleveurs. Ces structures commandent les marges de manœuvre possibles en cours de campagne, face aux aléas climatiques notamment, pour ajuster les ressources, fortement saisonnées, aux cycles de la vie du troupeau. Avec le souci, en particulier, de l'organisation de leur travail, des éleveurs trouvent des équilibres qui, dans le système technique concerné, dépendent d'une stratégie d'alimentation.

Nous posons que la logique majeure des rapports entre les animaux et leur espace s'exprime par une séquence temporelle de fonctions alimentaires, relativement stables et planifiables, et de fonctions de sécurité, plus ou moins prévisibles. Leur mise en œuvre est ajustée au fur et à mesure du déroulement de la campagne. Pour comprendre les pratiques d'utilisation de l'espace, une étape essentielle est donc l'identification de la stratégie d'alimentation.

Nous utilisons ici la démarche mise au point pour l'appui technique en exploitation (Guérin *et al.*, 1994). Cette démarche considère l'exploitation d'élevage dans son ensemble en quatre étapes. Vis-à-vis des animaux, on évalue les événements essentiels de la conduite du troupeau, y compris les allotements. Ainsi est construit le séquençage de la demande alimentaire, en rapport avec le projet de production de l'éleveur. De même, le séquençage de l'offre alimentaire se fait selon la nature des surfaces disponibles et leur mode d'exploitation. L'enchaînement des fonctions assurant les équilibres recherchés est évalué de façon à identifier les périodes clés et les fonctions qui sont l'objet d'ajustements pour le bon déroulement de la campagne. Une telle analyse fonctionnelle est en cours d'instrumentation (Hubert *et al.*, 1993 ; Girard *et al.*, même symposium)

L'intérêt de la notion de stratégie d'alimentation est qu'elle propose une logique d'ensemble, constitutive du système technique, des processus d'utilisation de l'espace. Elle cadre l'équilibre entre ressource fourragère et production animale en spécifiant la production de flux, les modalités de leur emploi (niveau de prélèvement et d'exigence des animaux) ainsi que les ajustements prévisionnels (effectifs, rations, etc.) aux aléas majeurs. Cette anticipation tend à dépasser les limites de l'approche classique des bilans fourragers, annuels ou saisonniers, qui sont de l'ordre du constat et n'éclairent pas les choix à faire. Identifier la stratégie d'alimentation, c'est identifier les moments et les lieux où il faut être vigilant et ceux où l'attention peut se relâcher.

A titre d'exemple, nous présentons une exploitation très bien équipée et gérée par un homme seul, soucieux d'organisation du travail. Sur les 500 ha d'un seul tenant, 85 % sont des pacages aménagés en parcs, ce qui rend possible l'absence de gardiennage ; le reste est cultivé. En 1988, le troupeau est constitué de 420 brebis-mères et de 120 agnelles pour le renouvellement. Pour simplifier le travail, leur première mise à la reproduction a été retardée à 18 mois en vue d'une seule période de mise bas, au mois d'avril. La majorité des agneaux obtenus, environ 650, est élevée en bergerie pour être vendue vers trois mois. Un fort pourcentage

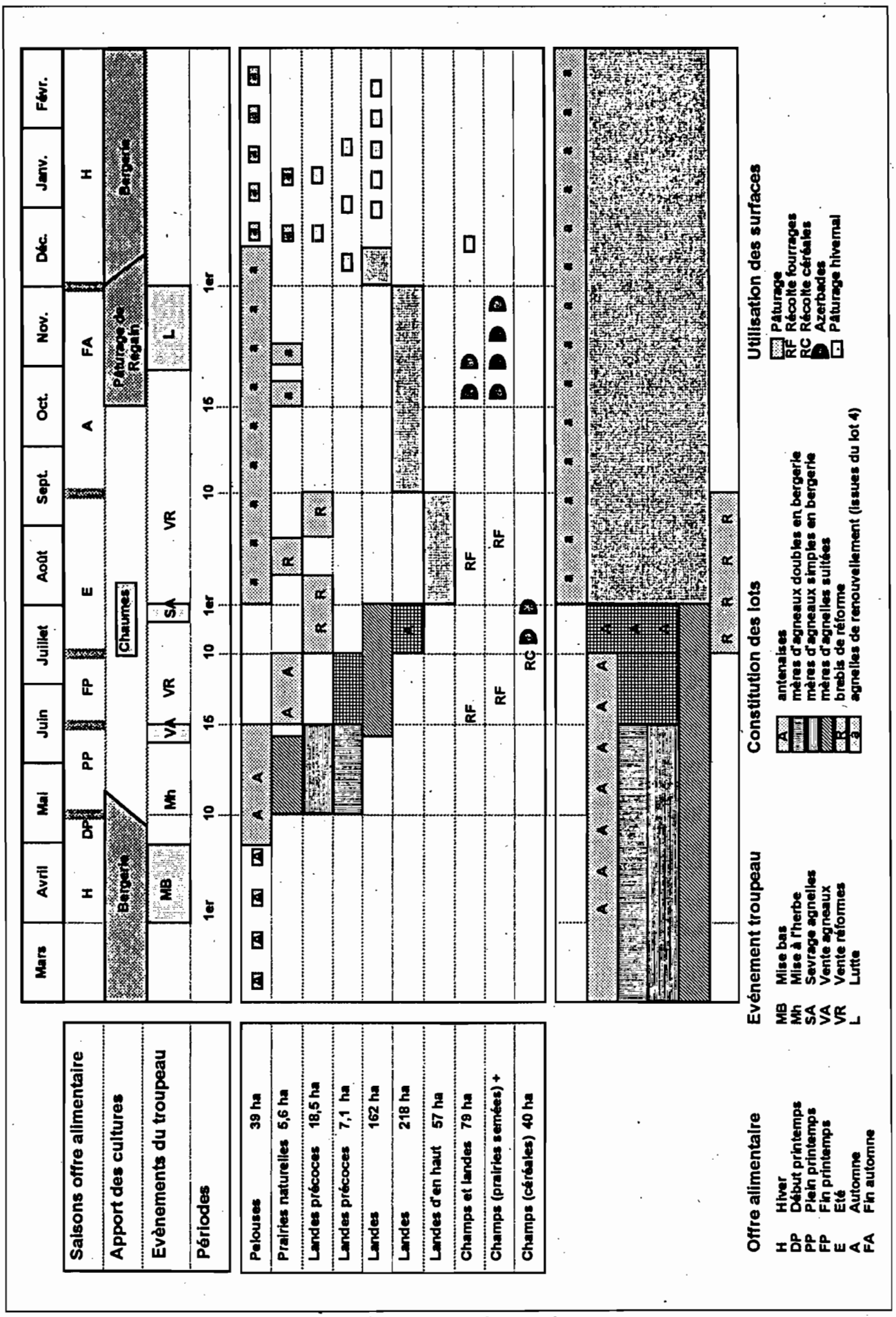


Figure 1. *calendrier de la gestion du troupeau et des affectations des surfaces au pâturage.*

d'agnelles est élevé pour le renouvellement et pour la vente de reproductrices. La chronique de la gestion du troupeau et des affectations des surfaces au pâturage est représenté sur un calendrier (figure 1). Il vise à montrer les agencements majeurs entre les événements du troupeau, en particulier les allottements, et les saisons de l'offre alimentaire.

La mise à l'herbe a lieu à la mi-mai, en quatre lots distincts : les mères d'agneaux simples et les mères d'agneaux doubles, dont les agneaux restent en bergerie, les mères d'agnelles suitées et les antenaises pour le renouvellement. A partir d'août, les ventes et les sevrages permettent de constituer un seul troupeau à l'entretien, excepté les agnelles qui pâturent à part. A l'automne, une phase de gardiennage temporaire permet de pâturer les regains, avant les gelées. En hiver, le troupeau sort si le temps le permet.

Au total, c'est un système qui est sécurisé par les stocks obtenus sur les terres labourables et par la concentration des forts besoins au pâturage sur les périodes de pousse de l'herbe. Les dates de changement de parcs semblent conditionnées par les événements du troupeau plus que par l'état de la végétation. En ce cas, le mode de prélèvement de l'herbe tend à être plus souvent un tri qui n'assure pas le rabattement de la végétation jugé nécessaire pour le renouvellement de la ressource (Guérin et Bellon, 1989).

Cette chronique n'explique pas plus les affectations qu'une logique parcellaire, qui ferait correspondre à un état donné de la parcelle le mode d'exploitation souhaitable pour celle-ci. En revanche, les choix des éleveurs sont constamment référés à des qualifications des ressources disponibles (précocité, retard, abri, distance, etc.) qui, dans ce contexte de plateau montagnard, expriment des contraintes et des opportunités liées à la réalisation des tâches et à la sécurité des animaux. Cela amène à poser que le système technique comporte fondamentalement une organisation spatiale et à combiner une analyse spatiale à l'analyse fonctionnelle.

Représenter l'organisation spatiale par un système d'information géographique

Les systèmes d'information géographique (SIG) sont des outils de traitement et de restitution de données spatialisées, que plusieurs équipes en France ont entrepris d'utiliser pour la gestion pastorale. S. Bellon *et al.* (1993), à partir de la stratégie d'alimentation d'un éleveur d'ovins en garrigue, identifient les périodes clés de l'exploitation des ressources et caractérisent les modes d'exploitation parcellaire. Ils les discriminent ensuite par une méthode de segmentation sur des données de chargement et de caractérisation du milieu physique en repérant les points sur un maillage de l'espace. M. Meuret et P. Thinon (1993) superposent dans un SIG les faciès de la végétation et les zones utilisées par un troupeau

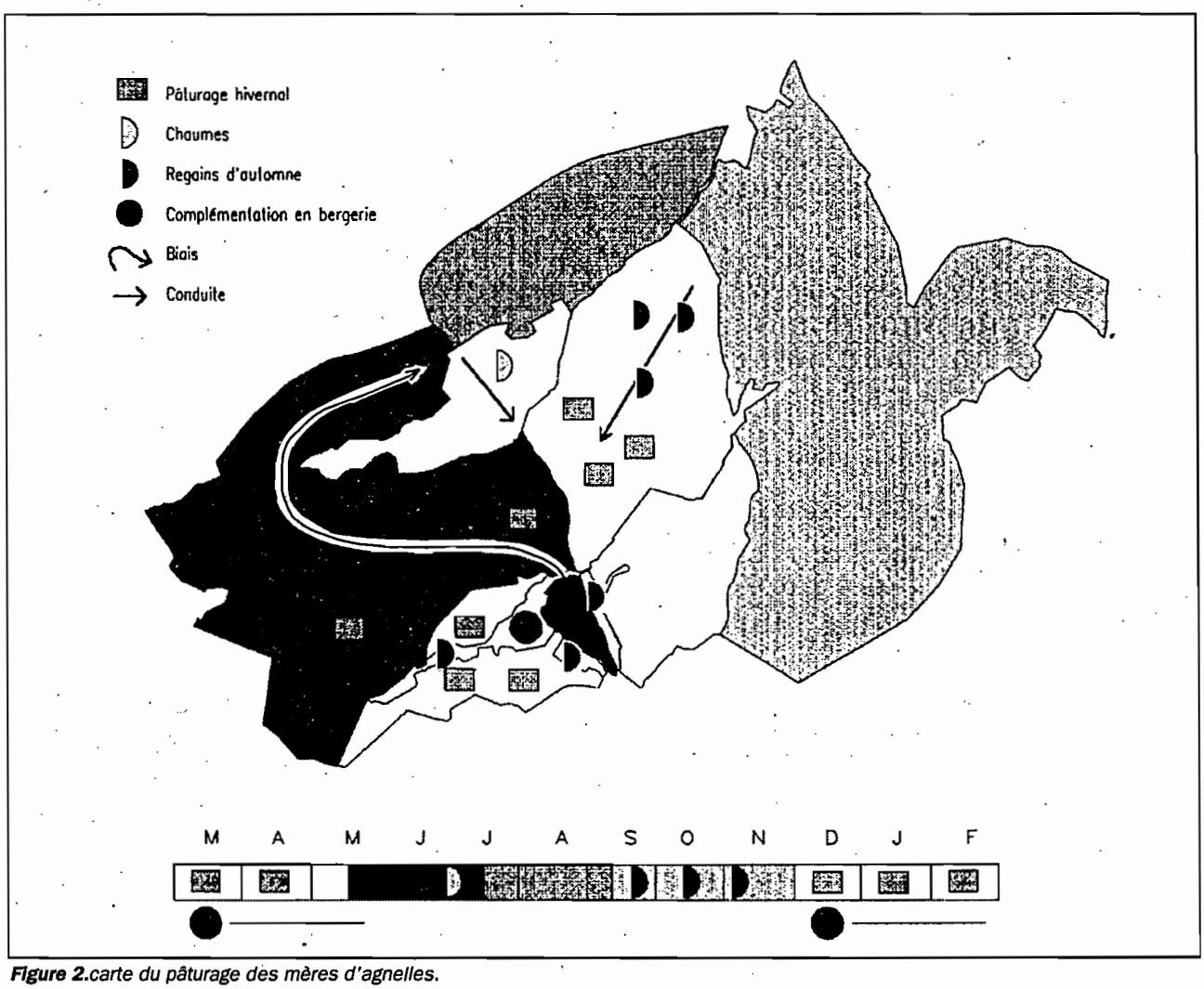


Figure 2. *carte du pâturage des mères d'agnelles.*

de chèvres laitières. Cela permet de préciser, au cours d'une journée, la pression de pâturage, en particulier les modalités de réalisation du projet préalablement explicité du chevrier, et met en rapport une caractérisation originale du milieu — forestier — et le détail de son exploitation par des chèvres. Pour I. Savini *et al.* (1993), il s'agit aussi d'un gardiennage attentif, mais d'un troupeau ovin à l'entretien pendant trois mois d'alpage. Les séjours et les circuits, relevés quotidiennement, donnent lieu à différents bilans sur la saison et sont mis en relation avec les caractéristiques du milieu. Ainsi, l'analyse des pratiques observées permet d'identifier les règles de conduite et les qualités de l'espace.

Les SIG permettent d'intégrer directement la composante spatiale des phénomènes (Lardon, 1992). Cette fonctionnalité est importante pour l'étude de l'organisation spatiale des systèmes techniques, de même que la possibilité de qualifier et de mesurer des distances, des proximités, des coïncidences. La prise en compte du temps et la nécessaire interactivité demandent de mettre au point les outils adéquats (Cheylan et Lardon, 1993). Notre ambition est en effet de raisonner interactivement les déplacements des troupeaux dans l'espace avec des contraintes de contiguïtés et les séquences fonctionnelles avec des contraintes de succession, de façon à intégrer ces caractéristiques au projet de production de l'éleveur.

Chez l'éleveur étudié, les paramètres liés à la charge de travail et au calendrier de production sont certainement prévalants, mais référés à des caractéristiques spatiales des ressources de pâturage. C'est ce que montre la carte du pâturage des mères d'agnelles (figure 2). Ce lot, individualisé à la mise bas, est progressivement mis à l'herbe dans un petit parc à proximité de la bergerie : brebis et agnelles y sont à l'abri et faciles à surveiller. Cette phase assure la transition avec l'alimentation en bergerie, progressivement remplacée par de l'herbe jeune et abondante. Les mères d'agnelles suitées vont ensuite utiliser un grand parc clos, dont l'accès est à proximité de la bergerie et qui est équipé d'un point d'eau. L'éleveur, anticipant le déplacement spontané du troupeau, veille à infléchir ce biais : suivant la météorologie du jour, le troupeau se dirige différemment, selon les pentes, l'abri ou la ventilation... De ce fait, l'éleveur estime pouvoir utiliser au mieux la surface. Ce parc ceinture une zone de champs dont les chaumes peuvent fournir un complément de ration, l'*azerbade*, au retour du troupeau sous la conduite de l'éleveur. Au sevrage, fin juillet, les agnelles sont séparées des mères et mises dans un parc de proximité. Au cours de l'été et de l'automne, ces mères rejoignent le reste du troupeau de brebis, qui utilise alors les grands parcs éloignés aux ressources variables. Les regains sont utilisés au retour, en gardiennage, avant les fortes gelées. Finalement, le mode d'exploitation des surfaces est assez typé. Les petits parcs de proximité sont fortement mobilisés au printemps et servent chaque fois qu'il faut contenir ou ménager un lot d'animaux, en plus des sorties hivernales. Le grand parc proche est utilisé dès le printemps et aussi en hiver, à la différence des grands parcs éloignés, réservés à l'été et à l'automne.

Ce même agencement parcellaire est actuellement utilisé avec un schéma de reproduction très différent de celui de l'année de référence. Une première mise bas intervient tôt dans l'hiver : la période de fort besoin alimentaire des animaux est couverte en bergerie, ce qui est rendu possible par la pratique de l'ensilage, qui sécurise les stocks. Une fois mis à l'herbe, le troupeau peut utiliser plus tôt le grand parc proche, puis, en phase d'entretien, les grands parcs éloignés. Une seconde période de mise bas se fait à l'automne, ce qui détermine alors de forts besoins pour au moins un tiers des effectifs ; mais les regains sont plus abondants (récolte plus précoce par ensilage), les petits parcs de proximité sont ménagés à cet effet et l'éleveur se soucie d'en dégager les ligneux. En revanche, le risque de dérive de la végétation est avéré sur les grands parcs.

La combinaison de l'analyse spatiale et de l'analyse fonctionnelle permet donc d'expliciter les situations observées et de les comparer entre elles. C'est une étape nécessaire pour raisonner des alternatives et anticiper des évolutions. Cette représentation spatiale facilite l'expertise, qui identifie la stratégie d'alimentation et la recherche des caractéristiques spatiales prévalant pour la conduite du troupeau. D'après nos premières expériences, le SIG offre un support valable pour le dialogue avec les éleveurs. La compréhension de l'organisation spatiale des systèmes techniques nécessite en effet une démarche interactive.

Elaborer un outil d'aide à la gestion

Les contraintes de l'élevage ovin extensif face aux aléas climatiques et économiques et la problématique agri-environnementale amplifient donc l'intérêt de la prise en compte de l'espace pour sa gestion. Les systèmes techniques mis en œuvre par les éleveurs doivent être caractérisés, au-delà des stratégies d'alimentation, par leur organisation spatiale : elle commande largement la valorisation des ressources pastorales et leur renouvellement. A partir d'études de cas, il s'agit de localiser les fonctions clés, d'identifier les variables actives dans l'inscription des stratégies dans l'espace et les marges de manœuvre possibles dans les ajustements. Les prochaines étapes visent à raisonner d'autres façons de gérer l'espace, soit par un ajustement des calendriers et des types de produits, soit par des aménagements favorisant la valorisation des potentialités du milieu et, de toute façon, par une autre organisation spatiotemporelle. Les fonctionnalités du SIG sont un atout en faveur de références précisant les modalités concrètes de la mise en valeur de l'espace par l'élevage et par conséquent, les savoir-faire organisationnels à promouvoir.

Remerciements

Cette recherche repose sur la collaboration d'éleveurs. Elle se situe dans le cadre des programmes de recherche de l'INRA, Nouvelles fonctions de l'agriculture et des espaces ruraux, et du CNRS, Méthodes, modèles et théories et Systèmes ruraux. Elle bénéficie des réflexions au sein des réseaux mis en place par le développement.

Références bibliographiques

Bellon S., Guérin G., Lagacherie P., Rouzet C., 1993. *Relations entre facteurs du milieu et son exploitation par l'élevage ovin.*

Utilisation d'un système d'information géographique. Actes du IVe Congrès international des terres de parcours. Montpellier, France, 1991, vol. 3 : 919-823.

Cheylan J.-P., Lardon S., 1993. Towards a conceptual data model for the analysis of spatio-temporal processes : the example of the search for optimal grazing strategies. *In : Spatial Information Theory. A theoretical basis for GIS.* Proceedings of COSIT'93. Springer-Verlag, p.158-176.

Guérin G., Bellon S., 1989. Analysis of the functions of pastoral areas in forage systems in the mediterranean region. Etudes et recherches sur les systèmes agraires et le développement, 16 : 147-156.

Guérin G., Léger F., Pfimlin A., 1994. Stratégie d'alimentation. Méthodologie d'analyse et de diagnostic de l'utilisation des surfaces fourragères et pastorales. Institut de l'élevage, Paris (sér. Lignes), 36 p.

Hubert B., Girard N., Lasseur J., Bellon S., 1993. Les systèmes d'élevage ovin préalpins. Derrière les pratiques, des conceptions modélisables. Études et recherches sur les systèmes agraires et le développement, 27 : 351-387.

Jollivet M., 1989. Etre éleveur sur un Causse : le Méjan. Conclusion. Annales du Parc national des Cévennes, 4 : 263-275.

Lardon S., 1992. SIG : nouveaux concepts pour des démarches nouvelles ? *In : Gestion de l'espace rural et système d'information géographique.* INRA, Buche P., King D., Lardon S. éds., Paris : 39-51.

Meuret M., Thinon P., 1993. La maîtrise de l'utilisation d'un espace pâturé vue à travers un SIG. Études et recherches sur les systèmes agraires et le développement, 27 : 217-236.

Osty P.-L., Auricoste C., 1989. Une image des élevages du causse : évolutions récentes (1975-1983) et questions pour l'avenir. Annales du Parc national des Cévennes, 4 : 15-54.

Osty P.-L., Landais E., 1993. *Fonctionnement des systèmes d'exploitation pastorale. Actes du IVe Congrès international des terres de parcours.* Montpellier, France, 1991, vol. 3 : 1137-1146.

Osty P.-L., Lardon S., Lhuillier C., 1994. Systèmes techniques et gestion de l'espace : quelle qualité de l'organisation spatiale ? Les élevages ovins du causse Méjan (Lozère). Études et recherches sur les systèmes agraires et le développement, 28 : 211-218.

Savini I., Landais E., Thinon P., Deffontaines J.-P., 1993. L'organisation de l'espace pastoral. Des concepts et des représentations construits à dire d'expert dans une perspective de modélisation. Études et recherches sur les systèmes agraires et le développement, 27 : 137-160.

Expérimentation des systèmes de culture dans les pays tropicaux

Cas des zones cotonnières d'Afrique noire

Cretenet Michel
CIRAD-CA, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1, France

Résumé

Le milieu agricole tropical est caractérisé par la diversité des systèmes de culture et des conditions de milieu. Dans une démarche qui a pour ambition de répondre à une problématique régionale de maîtrise de la production et/ou des aptitudes du milieu, il est indispensable de prendre en compte en même temps la composante spatiale et la composante temporelle de cette diversité. La finalité d'une telle démarche est de fournir des aides à la décision pour le développement, en particulier au moyen de modèles validés dans une gamme de conditions de milieu correspondant à la diversité régionale. Les outils de recherche que sont l'expérimentation et l'enquête doivent être utilisés simultanément dans l'analyse préalable de cette diversité. Au Mali, l'analyse de la diversité des aptitudes culturales du sol et de ses déterminants liés aux systèmes de culture pratiqués met en évidence le rôle essentiel de la fumure organo-minérale, notamment celui du potassium. Pour les productions agricoles commercialisées telles que le coton, les solutions simples d'apport complémentaire d'engrais sont difficilement envisageables dans le contexte économique actuel particulièrement contraignant. De plus, pour les productions vivrières, généralement autoconsommées, la culture extensive est la principale stratégie antialéatoire mise en œuvre par les paysans. Dans un tel contexte de contraintes, il devient nécessaire de raisonner la gestion de la fertilité à l'échelle du terroir villageois, ce qui autorisera des possibilités de transferts de fertilité du domaine sylvopastoral vers le domaine cultivé.

Mots clés

Expérimentation, enquête, fertilité, matière organique, potassium, cotonnier.

Abstract

Experimentation with Cropping Systems in Tropical Countries. Case Studies from Cotton Growing Areas of Africa.

A feature of the tropical agricultural environment is the variety of cropping situations. Any approach that hopes to address a regional problem of production management and/or land capability must consider both spatial and temporal components of this diversity. The purpose of such an approach would be to provide a decision making aid for development, in particular by using models validated in a range of environmental conditions representing the diversity of the region. The research tools — experimentation and surveys — should be used simultaneously in prior analysis of this diversity. In Mali, analysis of the diversity of land capabilities and of its determinants in relation to the cropping systems used reveals the essential role of organo-mineral fertilization and particularly of potassium. The simple solution of complementary application of fertilizer to cash crops such as cotton is difficult to envisage in the currently very restrictive economic context. In addition, extensification is the main strategy used by farmers to overcome the uncertainty factor in growing food crops. In such a context of constraints, it is becoming necessary to plan fertility management at village land level; this provides scope for transfer of fertility from the sylvopastoral sphere to arable farming.

Introduction

Le milieu tropical est caractérisé par l'extrême diversité des systèmes de culture pratiqués, des situations culturales rencontrées et des objectifs de production assignés à ces systèmes de culture.

Ainsi, les grandes exploitations brésiliennes des *cerrados*, la Société industrielle d'agriculture et d'élevage de Boumango (SIAEB) au Gabon ou certains périmètres irrigués d'Afrique noire produisent sur plusieurs milliers d'hectares du maïs, du soja, du riz ou de la canne à sucre dans des systèmes de culture très fortement mécanisés, avec des objectifs de rentabilité économique clairement affichés à

l'image de l'agriculture européenne. Dans la zone soudano-sahélienne coexistent et dominent (en nombre et en surface) des systèmes de culture beaucoup plus extensifs, en culture manuelle ou en culture attelée, sur de petites exploitations de quelques hectares à quelques dizaines d'hectares. Il s'agit avant tout, dans ce cas, de produire pour nourrir la famille au sens large. Ces exploitations agricoles sont plus ou moins impliquées dans une économie de marché. La culture cotonnière y représente la principale source de revenus monétaires.

Maîtriser la production agricole dans un tel contexte, c'est à la fois savoir caractériser la diversité des situations culturales et comprendre les relations entre le comportement des cultures et les états du milieu à l'échelle de la campagne agricole. Maîtriser sur le long terme les aptitudes du milieu constitue un objectif qui peut être en contradiction avec des objectifs de production à court terme. Ainsi, comme réponse à un contexte économique difficile ou comme stratégie anti-aléatoire pour des productions vivrières d'autoconsommation, l'extensification compromet à terme la production agricole et sa maîtrise (Faure *et al.*, 90).

A ces objectifs de maîtrise des états de milieux très divers à différents pas de temps correspondent, dans la pratique, des produits destinés à l'encadrement agricole : fiches techniques, grilles multicritères d'aide à la décision, systèmes experts, etc. L'élaboration de tels produits met en jeu des outils de recherche tels que l'enquête, l'expérimentation et la modélisation.

Des outils complémentaires pour des fonctions qui s'inscrivent dans une démarche générale cohérente

La diversité des situations culturales actuelles est le produit de l'histoire de systèmes de culture différents dans des milieux naturels diversifiés. L'analyse de cette diversité fait appel à des outils dont la spécificité apparaît lorsque l'on situe la problématique de recherche dans l'espace et dans le temps (figure 1). L'enquête prend en compte la dimension spatiale, l'expérimentation, la dimension temporelle, à l'échelle de la campagne agricole comme à l'échelle de la succession culturale. Notre propos portera sur l'expérimentation à l'échelle de la succession culturale.

L'enquête et la diversité spatiale

L'enquête-diagnostic correspond à une analyse de la diversité des situations culturales à un moment donné, dans un ensemble géographique bien défini. Il s'agit de structurer l'ensemble des situations pour y déterminer des types correspondant chacun à une problématique particulière. Quel que soit l'objet du diagnostic, mais en particulier s'agissant d'aptitude du milieu à produire, l'analyse de la diversité des situations en vue d'établir la structuration évoquée (typologie) suppose que l'on sache évaluer l'objet du diagnostic, en l'occurrence les états du milieu (Suzor *et al.*, 91).

Cette évaluation porte in fine sur la production que le milieu est en mesure d'exprimer sous un itinéraire technique défini (figure 2). C'est la notion de potentialité agricole que l'on retient ici (Sebillotte, 1982).

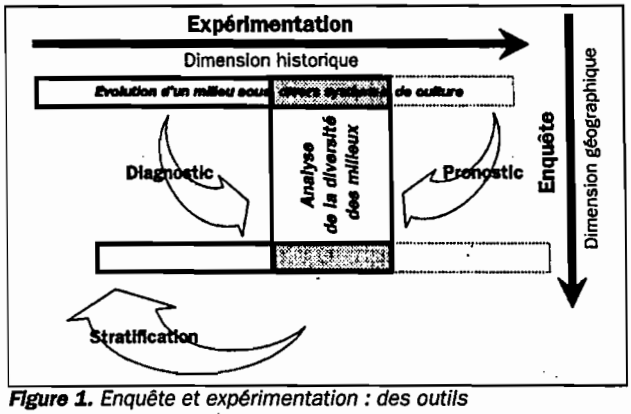


Figure 1. Enquête et expérimentation : des outils complémentaires.

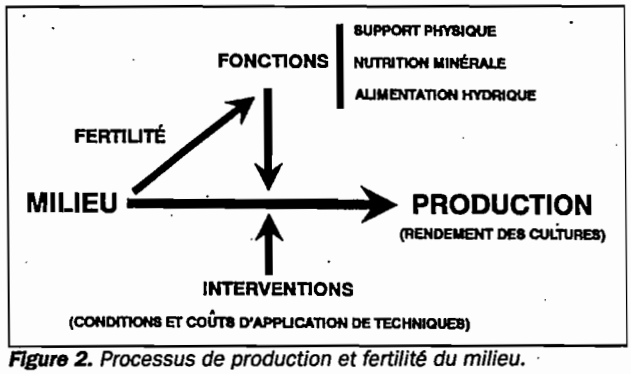


Figure 2. Processus de production et fertilité du milieu.

L'analyse proprement dite de la diversité des situations rencontrées consiste à mettre en relation des niveaux de production et des caractéristiques chimiques, physiques et/ou biologiques du milieu. Traduire ces relations, que l'on peut qualifier de statistiques, entre des variables du milieu et des rendements en relations de cause à effet constitue le diagnostic proprement dit. Autoriser de telles traductions suppose que l'on fait référence à des connaissances acquises à travers des expérimentations qui ont préalablement établi le principe de causalité au sein de ces relations. L'expérimentation dans cette fonction de référence pour le diagnostic doit être située en amont du diagnostic.

L'expérimentation comme référence au diagnostic et au pronostic

Les objectifs assignés à l'expérimentation consistent à tester l'hypothèse d'un effet différencié de traitements en comparaison dans un dispositif statistique. Mais, c'est avant tout la validation d'une théorie sous-entendue dans le choix des traitements en comparaison.

L'expérimentation relative à l'étude de l'évolution des états du milieu aboutit généralement à la création d'une variabilité contrôlée (parce qu'induite par des systèmes de culture choisis) à partir d'une situation de départ réputée homogène. Cette variabilité des états d'un milieu, identiques au départ, est créée au cours du temps par les différents systèmes de culture expérimentés. En établissant des relations de cause à effet entre les caractéristiques des systèmes de culture et les états des différentes composantes du sol, ces expérimentations permettent d'évaluer *ex ante* les solutions proposées dans le prolongement d'une enquête diagnostic. Elles permettent également d'établir des hypothèses sur les raisons historiques de la diversité observée

dans le milieu à un moment donné entre des parcelles ayant des passés différents.

Néanmoins, ces références expérimentales, pour remplir les fonctions de pronostic et de diagnostic à une échelle régionale, doivent couvrir un éventail de situations correspondant à la diversité régionale des milieux. Le recours à l'enquête pour caractériser la diversité à cette échelle est indispensable, elle définit une stratification de la région (figure 2) qui permet un choix pertinent des sites d'implantation des dispositifs expérimentaux.

La modélisation, source d'économies de moyens et d'inspiration pour la recherche

La modélisation intègre les théories testées et validées dans une phase expérimentale préalable. Le domaine de validité de ces modèles correspond aux situations expérimentales sur lesquelles les modèles ont été construits et validés. Il est donc souhaitable que la modélisation prenne en compte dans l'éventail des situations existantes celles qui sont marginales. Les modèles qui traitent des relations entre systèmes de culture et milieu doivent permettre de simuler l'évolution de différents milieux sous une gamme de systèmes de culture. Ils peuvent ainsi se substituer à un réseau multilocal d'expérimentation de longue durée et entraîner d'importantes économies en moyens humains et financiers.

Symétriquement, les exercices de simulation sur les effets des différents systèmes de culture sur un même milieu permettront d'identifier des innovations techniques susceptibles d'infléchir favorablement l'évolution d'un milieu particulier : source d'inspiration pour la programmation de recherches, en particulier celles qui se situent dans la phase de création d'innovations.

Étude de cas : des expérimentations de longue durée

Les synthèses d'expérimentations de longue durée sur l'évolution des sols (sous l'influence des systèmes de culture) sont relativement peu nombreuses pour la zone soudano-sahélienne (Pichot et al., 1981 ; Piéri, 1989). Cependant, au Mali en particulier, mais également au Burkina Faso, au Tchad, au Togo ou au Bénin, il existe des dispositifs de longue durée qui sont encore en place aujourd'hui après quinze ans, voire plus de vingt ans, d'existence.

Les idées qui prévalaient à la définition et à l'implantation de ces dispositifs

La problématique du développement

La croissance démographique et, en conséquence, la pression foncière rendent les jachères de longue durée (dix ans et plus) de plus en plus rares, elles interviennent donc à un stade où la dégradation de la fertilité du sol est de plus en plus importante.

De plus, ce type de jachère constituant l'essentiel des terrains de parcours pour le bétail, l'augmentation de la charge à l'unité de surface (augmentation du cheptel et réduction en surface des terrains de parcours) compromet le rôle de régénérateur de fertilité attribué à ces jachères.

Le système de culture traditionnel itinérant est en déséquilibre : il est nécessaire de concevoir les conditions de la sédentarisation des systèmes de culture.

La traduction en problématique de recherche du problème posé par le développement

Il s'agissait de concevoir des systèmes de culture (rotations et techniques culturales appliquées à chacune des cultures de la rotation) tels que le milieu initial ne se dégrade pas, ou du moins que les niveaux de rendement obtenus dans ces systèmes de culture n'évoluent pas à la baisse sur le moyen terme du fait de l'évolution du sol.

Les références sur de tels systèmes sont à l'époque les stations de recherche elles-mêmes, mises en culture en continu depuis leur création (années 50). Cependant, les rotations pratiquées (bien souvent monoculture ou cotonnier deux années sur trois) ne peuvent satisfaire les impératifs de l'assolement en milieu paysan (cultures vivrières d'autoconsommation) ; de plus l'intensification pratiquée (motorisation, fertilisation, protection phytosanitaire, etc.) est incompatible avec la capacité d'investissement du milieu producteur.

On dispose d'une relation, qui peut paraître triviale, entre le taux de matière organique du sol et son aptitude à produire. Triviale, car ce taux représente la partie de biomasse élaborée qui est directement restituée au sol : plus la biomasse est importante, plus le sol est jugé fertile et plus la part de cette biomasse recyclée directement par le sol est importante ! On attribue d'ailleurs le rôle de régénérateur de fertilité de la jachère de longue durée à ses effets sur le taux de matière organique du sol.

De ce constat a été déduite une relation de cause à effet entre le taux de matière organique du sol et son aptitude à produire. Il s'agissait alors de concevoir des systèmes de culture qui maintiennent le statut organique du sol sur le moyen ou long terme.

Les traitements en comparaison

C'est ainsi qu'ont été construits les différents traitements en comparaison dans des dispositifs statistiques : comparaison de techniques culturales visant à améliorer le statut organique du sol. Les résultats sont soumis à l'analyse de la variance avec une décomposition en effet série, effet cycle, effet traitements et leurs interactions. Il s'agissait de soumettre à de tels tests les effets sur le rendement (sous-entendu le taux de matière organique du sol) d'innovations telles que l'enfouissement des résidus de récolte, les apports organiques d'origines diverses (fumiers, terres de parcs, composts, etc.), la fumure minérale des différentes cultures de la rotation, les jachères travaillées de courte durée.

Cependant, l'absence de théorisation dans la définition des traitements en comparaison a conduit généralement à une confusion d'effets dans l'interprétation des résultats (tableau I).

Le traitement fumier permet d'accroître le taux de matière organique du sol, ce qui détermine un niveau de production supérieur aux autres traitements. Les deux premières colonnes du tableau I peuvent être interprétées

de cette manière. Cependant les modifications intervenues par la suite (deux dernières colonnes) dans les apports minéraux du traitement engrais infirment cette relation de causalité. Plus généralement, exprimer la fertilité du sol par sa teneur en matière organique n'apporte rien en termes de concept et de moyen de maîtrise de ses aptitudes à produire (Sanchez et Miller, 1986).

Tableau I. Fertilité et matière organique du sol. Essai organo-minéral, N'Tarla, Mali.

Objets	Après 15 années		Après 25 années	
	Production moyenne annuelle	Matière organique 0–40 cm	Matière organique 0–40 cm	Production moyenne annuelle
Témoin min.	936 kg/ha	0,34 % →	0,49 %	1 784 kg/ha
Fumier 5t/ha/an	1 863 kg/ha	0,44 % →	0,57 %	2 056 kg/ha
Engrais	1 696 kg/ha	0,40 % →	0,55 %	2 038 kg/ha

L'expérimentation des systèmes de culture comme référence au diagnostic

L'analyse proposée ci-après concerne un ensemble de dispositifs pérennes d'étude de la fertilité et de son évolution, couvrant l'ensemble de la zone cotonnière du Mali, à savoir :

- l'essai fumure organo-minérale (OM) de N'Tarla, implanté en 1965 et l'essai fumure organo-minérale de Kolombada, implanté en 1971. Dans ces dispositifs sont comparés des systèmes de culture différenciés par le mode de fertilisation : minérale, organique et organo-minérale pour une même succession culturale sans jachère ;
- l'essai entretien organique des sols (EOS) de Koula, implanté en 1978, où outre le mode de fertilisation interviennent, comme facteurs de différenciation des systèmes de culture expérimentés, la gestion des résidus de récolte et la jachère ;
- les essais évolution de la matière organique de Molobala, Loutana et Sikoroni, implantés à partir de 1979 sur des parcelles paysannes, où sont comparés un système de culture continue et un système avec deux années de jachère pour quatre années de culture.

Les multiples interactions entre les facteurs du milieu qui déterminent la production et la non-linéarité des processus en cause incitent à aborder le problème en terme de potentialités. Cela se traduit dans l'analyse par une préférence donnée aux modèles asymptotiques lorsqu'il s'agit de traduire la réponse d'une culture, à privilégier, dans l'analyse d'un nuage de points, la notion de courbe enveloppe (Webb, 1972 ; Meynard et al., 1988) par rapport aux analyses par régression.

Dans des conditions classiques de culture, particulièrement lorsque la fertilisation potassique n'excède pas 30 kg K_2O/ha (sur la culture cotonnière), le taux de matière organique du sol sur les quarante premiers centimètres de sol est un bon reflet du potentiel de production de ce sol (figure 3). Cependant, lorsque l'on est en mesure de pratiquer de fortes fertilisations potassiques, sous forme organique ou minérale, il est possible d'obtenir de très forts rendements (3 000 kg/ha coton graine), même avec des teneurs en matière organique du sol jugées très faibles (∠ 0,4 %).

Ces résultats montrent bien que le concept de fertilité doit intégrer le processus de production, en particulier les techniques culturales appliquées (et leur coût !), ainsi que le schématise la figure 2. Dans notre exemple, la fertilisation potassique apparaît comme un facteur limitant fortement l'expression des potentialités du milieu (par le cotonnier).

On retrouve par ailleurs ce type de conclusions concernant le rôle du potassium dans des dispositifs de longue durée conduits au Bénin et au Togo (Richard, 74), au Tchad (Richard et Djoulet, 85) et en Californie (Olk et Cassman, 91).

On ne doit cependant pas écarter à priori l'implication des composantes physique ou biologique de la fertilité dans ces évolutions du sol. Ainsi, sur terres de barre dégradées à Aplahoué au Bénin, on a pu noter de fortes infestations de nématodes sur les parcelles à faible niveau de production (fumure minérale faible sans restitution des résidus de culture) d'un dispositif de longue durée implanté en 1970. Cependant, les effets d'application d'aldicarbe (nématicide couramment utilisé en monoculture cotonnière aux USA) restent limités. En corollaire à ces forts niveaux d'infestation par les nématodes, on a pu remarquer des taux d'aluminium échangeable dans le sol non négligeables pour le cotonnier, culture particulièrement sensible à la toxicité aluminique. L'apparition d'aluminium échangeable est en relation directe avec le processus d'acidification du sol et interagit avec la biologie du sol (Godefroy et al., 76). Ce taux d'aluminium échangeable est d'ailleurs en mesure d'expliquer les écarts observés à la relation entre rendement et potassium échangeable (figure 4). Cela nous amène, dans ce cas précis, à considérer la dégradation de la composante biologique comme un processus induit par la détérioration de la composante chimique de la fertilité du sol.

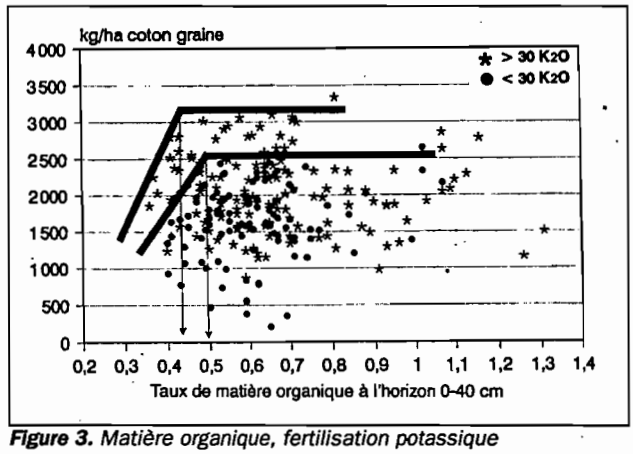


Figure 3. *Matière organique, fertilisation potassique et potentialités.*

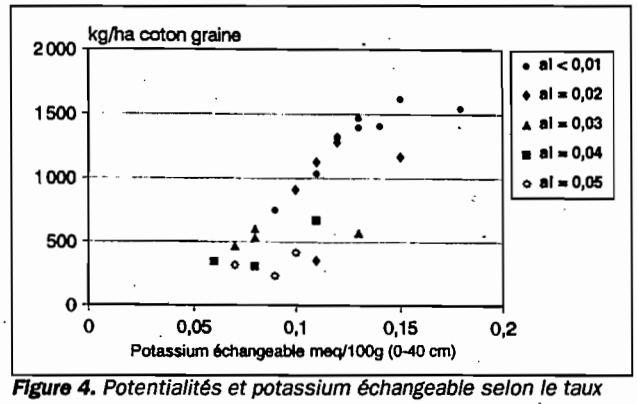


Figure 4. *Potentialités et potassium échangeable selon le taux d'aluminium échangeable à Aplahoué (Bénin).*

D'une manière générale, un intérêt particulier doit être porté à ces relations entre composantes de la fertilité de façon à bien identifier le sens des relations entre les différentes variables, ce qui permettra d'intervenir de façon économique et efficace aux différentes étapes de l'évolution de ces sols.

Les relations du type de celles illustrées par les figures 4 et 5 constituent des références indispensables au diagnostic. Il s'agit en effet de rechercher les causes des écarts éventuels aux différentes courbes enveloppes pour les situations à diagnostiquer.

Ces mêmes relations établies à partir de dispositifs expérimentaux sont également des outils de prospective.

L'expérimentation des systèmes de culture comme référence au pronostic

Sur la base des données de la CMDT (Compagnie malienne de développement des textiles) de la région de Koutiala (fertilisations et rendements), le bilan potassique d'une rotation triennale coton/sorgho/sorgho couramment pratiquée dans la région correspond au tableau II.

Tableau II. Bilan potassique kg/ha K_2O sous un système de culture classique au Mali.

	Fumure K_2O		Exportations K_2O		Bilan
	Engrais	Fumier	Récolte	Résidus	K_2O
Coton	14	20	13	19	+ 2
Sorgho 1	5	20	6	63	– 44
Sorgho 2	5	20	6	63	– 44
				sur 3 ans :	– 86

Le bilan moyen annuel accuse ainsi un déficit de l'ordre de 30 kg K_2O/ha/an.

Le fait est confirmé par les enquêtes potassium réalisées en 1977 et 1988 sur des parcelles de paysans. Bien que ces deux enquêtes n'aient pas été réalisées sur le même échantillon de parcelles, les cas de présomption de déficience par diagnostic foliaire (fonction de production potassium F (K) < 90 %) passent de 3 % en 1977 à 14 % en 1988.

Sur les dispositifs expérimentaux du Mali évoqués précédemment a été établie la correspondance entre le bilan potassique estimé et l'évolution du potassium échangeable dans l'horizon 0-40 cm. Ainsi, à un bilan de 200 kg K_2O/ha correspond une évolution du potassium échangeable de 0,025 meq/100g dans l'horizon 0-40 cm.

Rapportée à la figure 5, qui présente l'enveloppe du nuage de points (rendement coton-graine, teneur en potassium échangeable) observé sur les dispositifs pérennes du Mali, cette évolution (200 kg K_2O/ha) correspond à 565 kg/ha de coton-graine pour K éch. < 0,08 meq/100g, 240 kg/ha de coton-graine pour 0,08 meq/100g < K éch. < 0,17 meq/100g, et plus rien en terme de potentialité au-delà de cette teneur.

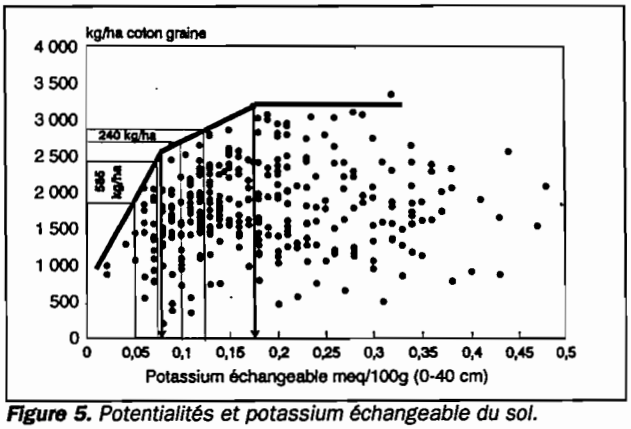


Figure 5. *Potentialités et potassium échangeable du sol.*

Ainsi, un déficit moyen annuel estimé à 30 kg K_2O/ha/an peut réduire le potentiel de production de 85 kg/ha/an en coton-graine ! Les quelque 15 % des parcelles examinées en 1988 qui présentaient de fortes présomptions de déficience potassique sont vraisemblablement aujourd'hui dans cette situation.

Conclusion.

La place de l'expérimentation sur les systèmes de culture apparaît donc clairement en amont de l'enquête, par les éléments de référence qu'elle apporte dans le diagnostic, mais également lorsqu'il s'agit d'évaluer l'évolution probable d'une situation culturale, par les éléments chiffrés qu'elle permet d'établir.

S'agissant des zones cotonnières d'Afrique de l'Ouest, la situation est préoccupante en terme d'évolution du sol et de ses aptitudes à produire. Le statut potassique des sols de ces zones ne peut que se dégrader sous les systèmes de culture actuels.

On peut douter de la faisabilité économique d'une intensification par une utilisation accrue des intrants et des engrais en particulier, compte tenu du contexte économique actuel de la filière coton et du rôle dévolu aux cultures vivrières (autoconsommation). Ainsi, il paraît difficilement envisageable de compléter la fumure actuelle par des apports de potassium sous forme d'engrais minéraux.

On devra donc rechercher ailleurs les possibilités d'équilibrer un bilan potassique chroniquement déficitaire dans les conditions actuelles (importance des céréales, sorgho en particulier dans ces systèmes de culture). Deux voies sont envisageables, celle d'une mobilisation et d'une redistribution du potassium disponible dans les horizons non prospectés par les systèmes racinaires des cultures traditionnelles (Sebillotte, 91) et celle du transfert de potassium des terrains de parcours du bétail vers les terrains de culture. On retrouve là la nécessité de raisonner la durabilité des systèmes de culture à l'échelle du finage d'un village ou d'une communauté rurale (Smith and Weber).

Références bibliographiques

Faure G., Jallas E. et Djagni K., 1990. Stratégies paysannes et innovations techniques pour une agriculture en difficulté. Poissongui un village du Nord-Togo. Coton et Fibres Tropicales, vol. 45, fasc. 1, pp. 5 :25.

Godefroy J., Lacoeuilhe J.-J. et Marchal J., 76. Effets du chaulage sur la culture de l'ananas dans un sol ferralitique fortement désaturé. Fruits, 3110, pp. 603 :615.

Meynard J.-M. et al., 1988. Pour mieux connaître les variétés de blé : analyser l'élaboration de leur rendement. Perspectives agricoles,131, 17 :24.

Olk D.C., Cassman K.G., 1991. Reduction of potassium fixation by organic matter in vermiculitic soils. In : "Soils organic matter dynamics

and sustainability of tropical agriculture." International Symposium Leuven, Belgium, nov. 91. Ed. John Wiley & Sons.

Pichot J., Sedogo M.P., Poulain J.-F. et Arrivets J., 1981. Evolution de la fertilité d'un sol ferrugineux tropical sous l'influence de fumures minérales et organiques. Agronomie Tropicale, 362, pp. 122 :133.

Piéri C., 1989. Fertilité des terres de savanes : bilan de trente ans de recherche et de développement agricoles au sud du Sahara. Ministère de la Coopération et du Développement et CIRAD-IRAT, Paris, 444 p.

Richard L., 74. La fertilisation potassique en relation avec les autres facteurs de production. Coton et fibres tropicales, vol. 29, fasc. 2, pp.183 :198.

Richard L. et Djoulet B., 1985. La fertilité des sols et son évolution. Supplément à Coton et fibres tropicales. Série Documents, Etudes et Synthèses, n°6. IRCT-CIRAD.

Sanchez P.A., Miller R.H., 1986. Organic matter and soil fertility management in acid soils of the tropics. Int. Soc. Sci. Trans. 13th Cong. 6 :609-625.

Sebillotte M., 1982. Fertilité du milieu et agriculture. Bulletin Technique d'information, 370-372.

Sebillotte M., 1991. La jachère, éléments pour une théorie. In : "La jachère en Afrique de l'Ouest." Atelier international, Montpellier, déc. 91, éd. ORSTOM.

Smith J. and Weber G.K. Strategic research in heterogeneous mandate areas : an example from the west african savanna. In : "Agricultural technology policy issues for the international community." Ed. J.R. Anderson, CAB international.

Suzor H. et Martin J., 1991. *Projet Garoua (Cameroun) phase I : évaluation et diagnostic de la fertilité.* CIRAD-IRCT, Montpellier, 44 p.

Webb R.A., 1972. Use of the boundary line in the analysis of biological data. J. Hort. Sci., 47, pp. 309 :319.

Etude spatio-temporelle des systèmes de production agricole

Le cas du Burundi

Simbizi Jeanine [1]; Verhaegen Etienne [2]; Degand José [1]; d'Haese Luc [3]

[1] Unité d'économie et de sociologie rurales, Faculté des sciences agronomiques, Université catholique de Louvain, Place de la Croix du Sud, 2 Bte 15, B-1348 Louvain-la-Neuve, Belgique
[2] Centre international pour la recherche et la formation en population et développement en association avec les Nations-Unies (CIDEP), Place Montesquieu, 1 Bte 17, 1348 Louvain-la-Neuve, Belgique
[3] Faculté des sciences biologiques appliquées, Université de Gand, Coupure Links 653, 9000 Gand, Belgique
ou : Collège pour les pays en voie de développement, Université d'Anvers (RUCA), Middelheimlaan, 1, 2020 Anvers, Belgique

Résumé

La vision spatio-temporelle des systèmes de production agricole a essentiellement révélé globalement l'indépendance du fonctionnel par rapport au structurel. De cette constatation, il ressort que le comportement stratégique des agriculteurs est fondamentalement guidé par une logique de subsistance plutôt qu'une logique maximisante dans l'allocation des facteurs de production, ce qui traduit une stratégie de minimisation des risques. Dès lors, une intervention pertinente au niveau de ces systèmes doit préserver l'autonomie paysanne en permettant une plus grande flexibilté des sytèmes, à défaut de pouvoir assurer dans l'immédiat un environnement sécurisant. Cette vision des systèmes de production a nécessité une approche systémique intégrant la hiérarchie des niveaux d'organisation du monde rural et leur dynamique temporelle.

Abstract

Time and Space Analysis of Farming systems: The Case of Burundi

Time and space analysis of farming systems has revealed no relation between functional and structural organization at farm level. From this point of view, the strategy of farmers is definitely guided by a logic of subsistance–the minimization of risk rather than maximization of the allocation of production factors. An intervention in the farming system must preserve the decision making autonomy of the farmer by providing better flexibility, since it is not possible to provide a secure environment in the immediate future. This view of farming systems necessitated a systems approach integrating the hierarchy of the different levels of rural organization and the dynamic process of global change in traditional farming.

Introduction

De nombreuses études menées dans diverses régions du Burundi (Manyong, 1986 ; Vandueren, 1989 ; Cerulus *et al.*, 1991 ; Verhaegen, 1991 ; Ndimira, 1991 ; Cochet, 1993) ont reconnu, à travers les stratégies adoptées par les paysans, leur remarquable capacité d'adaptation aux contraintes et potentialités du milieu, celles-ci étant elles-mêmes en constante évolution : pression démographique sans cesse croissante, développement des circuits commerciaux, introduction de nouvelles cultures... Ces efforts d'adaptation se sont traduits par une insertion progressive dans l'économie de marché.

Pourtant, face à la diversité des tactiques adoptées par les paysans, une constante subsiste : ceux-ci adoptent, dans leur ensemble, des plans de production (assolements) et réalisent des performances techniques et économiques qui restent indépendants de la dotation en facteurs de production et des autres caractéristiques de l'exploitation relativement stables dans le temps. Autrement dit, on observe un découplage entre la fonction et la structure du système de production.

Cette constatation provient d'un suivi durant plusieurs années de quelques exploitations et d'analyses mettant en œuvre des outils tels que l'analyse multivariée et la modélisation mathématique. Elle a été testée, par des typologies, sur des échantillons représentatifs, d'abord à l'échelle de la commune administrative, ensuite à une échelle plus large, celle d'une région naturelle. A chacune de ces échelles, le découplage structure-fonction a été confirmé, bien qu'à l'échelle de la région naturelle, la diversité des facteurs exogènes entraîne des types fonctionnels d'exploitation géographiquement bien marqués.

Cette importante observation constitue un apport fondamental pour l'interprétation des modes d'adaptation des agriculteurs aux mutations de leur environnement. Elle conduit à conclure que les paysans continuent à adopter des stratégies que Yung *et al.* (1993) qualifient de "défensives", ou plus précisément, des stratégies qui privilégient

l'autonomie et l'alignement sur le moindre risque aux dépens d'une allocation optimale des facteurs de production [1]. Elle n'est pas non plus sans conséquence quant au choix d'un encadrement agricole. Celui-ci devrait, dans le but de mettre en accord la fonction et la structure du système pour une meilleure valorisation des facteurs de production, s'orienter davantage vers une sécurisation de l'environnement.

Le but de cet article est de présenter brièvement quelques aspects méthodologiques ayant conduit à constater l'indépendance de la fonction par rapport à la structure, et de brosser ses implications majeures sur le plan de la connaissance des systèmes agricoles, des politiques d'intervention et de la méthodologie d'étude. Ajoutons que ce travail de recherche, volet d'un projet d'étude des systèmes de production mené par la Faculté des sciences agronomiques de l'Université du Burundi et celle de l'Université catholique de Louvain, se poursuit aujourd'hui en vue d'acquérir une vision non seulement dans l'espace, mais aussi dans le temps, de la relation structure-fonction.

Aperçu méthodologique

Pour aborder l'étude des systèmes de production agricole dans leur globalité, la méthodologie adoptée s'est fort inspirée, à ses origines, de l'approche systémique dont le fondement de base est la notion de "système", considéré comme un ensemble organisé d'éléments interdépendants, hiérarchisés, en interaction dynamique.

Les sources de données résultent pour la plupart d'enquêtes quantitatives et qualitatives initialement menées de 1983 à 1985 (D'Haese *et al,* 1985 ; Manyong, 1986) sur un échantillon de 60 exploitations au sud de la région naturelle du Mugamba (Ijenda), puis de 1985 à 1989 (Verhaegen, 1991 ; Ndimira, 1991) sur un autre échantillon de 60 exploitations localisées au nord de cette région (Remera). La continuité dans le temps des observations sur ces sites a permis une analyse dynamique et une perception plus fine de la problématique du développement dans ces exploitations. Ces analyses à une échelle très locale ont servi de base pour une étude menée à des échelles spatiales plus larges. C'est ainsi que des enquêtes ont été réalisées en 1987 dans l'ensemble de la région du Mugamba sur un échantillon de 343 exploitations (Simbizi, 1988 ; Verhaegen, 1988 ; Vandueren, 1989). Plus tard, en 1992, une partie de cet échantillon, formé de 64 exploitations réparties dans trois espaces géographiquement différents de la région (Mugongomanga, Muramvya et Matongo), a fait l'objet d'autres enquêtes afin de percevoir l'évolution des différents systèmes de production de cette région (Simbizi, 1993).

- A un premier échelon, celui de l'exploitation, des techniques de modélisation mathématique et de simulation ont été mises en œuvre.
- Les analyses se sont poursuivies à un échelon plus large, celui de la commune administrative (en fait, deux groupes de collines, l'un au sud et l'autre au nord de la région naturelle du Mugamba), afin d'une part de vérifier à un niveau d'agrégation plus important les résultats des analyses précédentes et compléter le diagnostic, et d'autre part d'appréhender la diversité des systèmes de production à l'aide de typologies. Ces analyses ont fait largement appel à l'analyse statistique multivariée. Le choix des variables intégrées à ces analyses s'est fait, dans un premier temps, sur une base très large, selon une démarche exploratoire et s'est ensuite focalisé sur quelques variables jugées les plus pertinentes.
- A un niveau d'organisation du milieu rural plus élevé, celui de la sous-région naturelle (le nord et le sud du Mugamba), les mêmes types d'analyse ont été reconduits à partir des variables jugées pertinentes par les travaux menés à l'échelle de la commune. Les analyses réalisées à cette échelle ont permis entre autre d'appréhender les facteurs de l'environnement, ou facteurs exogènes, les plus déterminants pour le fonctionnement de l'exploitation.

Dans ces diverses analyses, une distinction importante s'est établie entre des variables dites "structurelles" et des variables dites "fonctionnelles". Les variables structurelles se réfèrent à la disponibilité en facteurs de production (superficie de l'exploitation, nombre d'actifs, bétail) ou à des caractéristiques de l'exploitation qui ne varient que lentement dans le temps (superficie en cultures pérennes, âge de l'exploitant, travail salarié...). Les variables fonctionnelles se rapportent à l'allocation des facteurs à court terme et aux produits des activités de production (superficies des différentes spéculations, techniques culturales, revenus...).

Par ailleurs, des répétitions dans le temps des typologies, à ces différentes échelles spatiales, ont permis de suivre l'évolution des systèmes et de se rendre compte des facteurs déterminants dans les stratégies adoptées par les agriculteurs.

Ce sont donc des éléments d'analyse provenant d'une décomposition de l'espace (typologie des systèmes à l'échelle de Remera) qui nous ont amenés à un renouvellement méthodologique faisant intervenir la hiérarchie des niveaux d'organisation et leur dynamique temporelle dans l'étude des régions considérées elles-même comme des systèmes.

Résultats d'analyse

Les différents travaux de modélisation et de typologies/zonages ont débouché sur une meilleure perception, dans l'espace et dans le temps, de la diversité structurelle des exploitations et de leur fonctionnement. Une des constatations importantes issue de ces travaux, et qui fait l'objet de la présente intervention, est l'indépendance de la fonction du système par rapport à sa structure. En d'autres termes, aux types d'exploitation agricole différenciés par leur structure ne correspondent pas nécessairement des plans de production et des niveaux de performances distincts (Ndimira, 1991 ; Verhaegen, 1991).

[1] Une allocation optimale étant une allocation qui permet d'atteindre la solution idéale par rapport aux objectifs de départ. La minimisation des risques permise par une certaine autonomie est considérée dans ce cas comme une solution qui permet d'atteindre seulement un niveau de subsistance et non un optimum au sens néoclassique du terme (Ellis, 1988).

Tableau I. Comparaison de cinq exploitations agricoles de Remera (localisées dans deux localités ou collines de la région du nord du Mugamba).

Conditions structurelles	Exp 1	Exp 2	Exp 3	Exp 4	Exp 5
Age du chef d'exploitation	56	26	44	47	32
Superficie totale utilisée (ares)	129	22	78	22	35
Superficie en marais (ares)	18	2	13	0	6
Nombre de personnes	4	3	7	4	7
Nombre total d'actifs	3	2	4	2	2
Nombre d'UGBT	0,6	0,1	0,2	0	0,2
Superficie (ares)/personne	32	7	11	6	5
Superficie (ares)/actif	43	11	20	11	18
Revenu non agricole (Fbu)	57 200	14 000	8 100	6 000	9 600
Orientation fonctionnelle					
Vivrier annuel (%) *	33	40	54	46	35
Bananeraie aérée (%)	47	40	32	36	17
Cultures de rente (%)	20	20	14	18	48
Performances					
Taux d'utilisation maximal de la terre (%)	134	134	146	154	123
Productivité de la terre (Fbu/ha de SAU)	118 500	105 500	70 500	87 100	111 200
Productivité du travail (Fbu/heure)	61	66	55	48	46

Source : Ndimira, 1991.

Légende : UGBT : Unité gros bétail tropical.
** : le pourcentage est calculé par rapport à la superficie totale.*
Note :

- *Le choix des cinq exploitations a été réalisé, par l'auteur, à partir des types d'exploitation obtenus grâce à une typologie structurelle.*
- *La productivité des facteurs de production a été calculée à partir des résultats du modèle. Il s'agit d'un modèle de simulation du fonctionnement des systèmes d'exploitation, rendu opérationnel par le logiciel GRANJAS qui élé conçu par Duqué et Installé (1987). Le générateur de modèle est basé sur des équations différentielles linéarisées. Une fois que le niveau des ressources et des activités ainsi que la période de simulation sont fixés, le simulateur dynamique calcule, à partir de ces équations, les niveaux et le bilan d'utilisation ou de consommation de ressources pour chaque pas de temps ainsi que l'évolution des activités et leur état à chaque pas de temps. C'est ainsi que ce modèle a permis, par comparaison, de vérifier si oui ou non un processus de différenciation des systèmes de production a eu lieu dans les cinq exploitations agricoles et de tirer des conclusions sur la relation entre leur structure et leur fonction.*

Par exemple, en ce qui concerne l'affectation de la terre, il ressort notamment que (tableau I) :
- le taux d'utilisation de la terre est sensiblement identique pour des types structurels de production différents ;
- les exploitations de très petite taille n'affectent pas prioritairement leurs terres aux productions vivrières ; on retrouve implicitement une tendance à disposer d'un minimum de surface pour les cultures de rente, quelque soit la superficie de l' exploitation ;
- pas plus que la superficie disponible, l'âge et le nombre de personnes vivant dans le ménage ne semblent avoir d'effet sensible sur les plans de production ;
- de même, les schémas de production ne sont apparemment pas affectés par les niveaux de revenus non agricoles
- les améliorations culturales ne sont liées à aucune variable structurelle ; le manque de technicité restant un état généralisé.

Ce découplage entre la structure et le fonctionnement des exploitations ressort très nettement des travaux effectués à l'échelle de l'exploitation et de la commune (Remera). A un niveau plus agrégé (région naturelle du Mugamba), des typologies structurelles et fonctionnelles ont révélé des différences importantes entre les sous-régions. C'est ainsi que les exploitations du nord du Mugamba se distinguent de celles du sud du Mugamba, tant du point de vue structurel que fonctionnel (Manyong, 1986 ; Vandueren, 1989 ; Simbizi, 1993). Un essai de zonage réalisé au nord du Mugamba va également confirmer cet impact du milieu naturel sur les systèmes de production (Verhaegen, 1988). Toutefois, dans un espace comme dans l'autre, le fonctionnel l'emporte toujours sur le structurel dans les choix stratégiques (tableau II comme exemple dans l'espace nord) et par conséquent, la flexibilité des activités de production (ou réversibilité à moindre coût) reste déterminante dans le comportement stratégique paysan.

Au-delà des chiffres, il y a eu toute une série d'informations qualitatives, lors des interviews réalisés, qui corroborent cette non-correspondance de la structure et de la fonction. Par exemple, une occasion d'un travail hors exploitation comme activité complémentaire est saisie par tout le monde indépendamment de leurs ressources initiales. De même, une conjoncture du marché oriente presque de la même façon les choix spéculatifs des exploitations riches et pauvres (cas de la pomme de terre et des légumes).

Implications du découplage structure-fonction

Sur la connaissance des systèmes de production agricole

Le découplage structure-fonction traduit notamment une médiocrité des performances des exploitations de faible dimension et un potentiel inexploité dans les grandes exploitations. Aussi faut-il considérer l'adaptation des systèmes de production de Remera aux modifications de l'environnement comme une simple reproduction de ces systèmes où

Tableau II. Comparaison de trois types d'exploitation du nord du Mugamba (1987).

Conditions structurelles	Type 1	Type 2	Type3	P (F)
Age du chef d'exploitation	52	52	36	**
Superficie totale (ares)	126	59	41	***
Nombre d'UTH (total des actifs)	3,5	4,2	2,5	*
Nombre d'actifs agricoles	2,9	3,6	2,1	***
Nombre d'UGBT	0,8	0,5	0,3	NS
Superficie (ares)/UTH	43	16	17	***
Superficie (ares)/UCH	35	15	12	***
Le rapport de dépendance (UCH/UTH)	1,2	1,1	1,5	***
Orientation fonctionnelle				
Vivres par saison (%) *	61	69	66	NS
Cultures de rente (%)	7	14	12	NS
Bananeraie (%)	15	16	25	NS
Tubercules (%)	32	25	27	NS
Légumineuses (%)	12	22	15	NS
Céréales (%)	24	23	20	NS

Source : Simbizi, 1993.

Légende : UGBT : Unité gros bétail tropical.
UTH : Unité de travail humain.
UCH : Unité de consommation humaine.
*P (F) : degré de signification d'une analyse de la variance, symbolisé par *** pour P (F) < 0,001 ; ** pour P (F) < 0,01 ; * pour P (F) < 0.05 et NS pour le non significatif.*
**Le pourcentage des cultures vivrières et de rente est calculé par rapport à la superficie totale alors que celui des bananes, tubercules, légumineuses et céréales est calculé par rapport à la superficie vivrière.*

Note :

- *Les chiffres présentés sont des moyennes par type. Le nombre d'exploitations est de 6, 13 et 14 respectivement pour le type 1, type 2 et type 3.*
- *Ces trois types ont été obtenus après une typologie structurelle réalisée par classification automatique.*
- *Les résultats présentés dans ce tableau ne permettent pas d'établir une correspondance entre le type structurel et son fonctionnement spécifique : les variables fonctionnelles ne présentent aucune différence significative entre les trois types. Des corrélations simples entre variables structurelles et variables fonctionnelles sont aussi inexistantes. Ceci reste vrai lorsqu'on analyse ces types structurels après cinq ans.*
- *La validité de ces résultats reste fort limitée car, comme le soulignent Boulier et Schilizzi (1990), la typologie trop agrégée laisse subsister des différences structurelles au sein d'un même type, suffisantes pour induire des systèmes de production différents. Cependant, cette limite peut toujours être contournée par un complément d'informations qualitatives du terrain.*

dominent quatre tendances : ajustement des productions aux besoins les plus prioritairement ressentis sans aucun processus d'accumulation, faiblesse des investissements productifs, réversibilité, dans la mesure du possible, de l'insertion à l'économie marchande et logique du moindre risque privilégiant la prévoyance à la prévision (Verhaegen, 1991).

Ces traits dominants vont dans le sens d'une logique de subsistance plutôt qu'une logique d'allocation optimisante des ressources. Ils traduisent le souci des producteurs de ne pas perdre leur autonomie, qu'elle soit technique, économique ou sociale. En effet, les alternatives à l'autosubsistance et à la simple reproduction du système n'offrent aucune perspective convaincante et présentent des risques de basculement dans la misère d'autant plus élevés que la situation est déjà précaire. Que ce soit par la spécialisation agricole, l'adoption de techniques nouvelles (en particulier celles qui exigent des intrants) ou l'engagement dans des activités hors exploitation (par exemple le travail salarié), les exploitants se heurtent à l'économie de traite [2] sur les produits ou sur le travail et deviennent tributaires de facteurs aléatoires et sur lesquels ils n'ont aucune prise, tels que la demande de produits agricoles, de main-d'œuvre, l'approvisionnement en intrants, etc.

Les paysans sont dès lors coincés entre d'une part une logique de subsistance de plus en plus difficile à maintenir étant donné le morcellement des terres (pression démographique) et les diverses pressions extérieures des services étatiques, et d'autre part l'insertion à l'économie de marché, risquée et peu mobilisatrice. Leur logique de changement est une logique conflictuelle : l'incontestable tendance des systèmes de production agricole à s'insérer dans l'économie marchande ne reflète que l'impasse, pour un nombre croissant d'exploitations, dans laquelle les conduit l'agriculture de subsistance (Verhaegen, 1991).

Pour les politiques d'encadrement agricole

Le défi de toute intervention devient celui de sortir les exploitations de cette logique conflictuelle. La seule voie porteuse de développement consisterait à élargir la marge de manœuvre de l'exploitant pour lui permettre d'atteindre le seuil de sécurité [3] acceptable par lui. Ce n'est qu'une fois au-delà de ce seuil de sécurité que l'exploitant pourrait envisager la possibilité de mettre en accord son plan de pro-

[2] L'économie de traite traduit une économie caractérisée par une répartition inégale des gains de productivité aux dépens du bien-être des paysans (Badouin, 1967).

[3] Ce seuil correspond à un niveau minimal qui couvre les besoins essentiels de survie, majoré d'une valeur de sécurité qui dépend de la variance autour de ce minimum (ce dernier a été estimé à une moyenne de 20 ares par personne dans un contexte d'autosubsistance stricte (Ndimira, 1991).

duction avec les caractéristiques structurelles de son exploitation. Il y a donc deux phases pour une intervention efficace.

- Dans l'immédiat, il est essentiel d'élargir la marge de manœuvre de l'exploitant, c'est-à-dire lui donner diverses opportunités de sortir de son autosubsistance et lui offrir un éventail de choix dans lequel il pourra trouver sa propre voie. Cela suppose un renforcement de la flexibilité du fonctionnement de son système de production agricole ou la possibilité de sa réversibilité qui assurerait la survie à moindre coût ; la variété devenant une condition de stabilité [4] et d'une amélioration des fonctions de production. Un appui aux activités extra-agricoles et au secteur informel, le développement des canaux d'information et de formation, et, de manière générale, le raccourcissement des filières agricoles pour stimuler les activités commerciales au niveau local... sont autant d'actions de l'Etat favorables à la flexibilité des systèmes de production.
- Après cette phase transitoire, l'objectif est de sécuriser l'environnement pour que les paysans puissent modifier fondamentalement leurs fonctions de production en les mettant en accord avec les conditions structurelles de leur système. Faut-il rappeler, en cela, toute l'importance d'une politique des prix adéquate et d'une meilleure organisation des marchés, d'une promotion technologique pertinente et d'une institutionnalisation démocratique comme stimulants d'un développement socio-économique durable. C'est dire le rôle croissant que les facteurs exogènes et leur endogénéisation par les producteurs (leur intégration dans le sens d'interférence active) vont jouer dans l'émergence de systèmes de production agricole performants au Burundi.[5]

Sur la méthodologie d'étude des systèmes

Puisqu'on ne peut associer des niveaux de performance et des modes d'allocation des facteurs de production à des structures types d'exploitation, il importe dès lors, dans les études sur la diversité des sytèmes de production au sein d'une région donnée, de retenir des critères non seulement structurels mais aussi fonctionnels. La confrontation entre les deux types de typologie devient un outil particulièrement approprié pour juger les stratégies mises en œuvre par les paysans : sont-elles déterminées par un alignement sur le moindre risque ou au contraire orientée vers la recherche d'une maximisation des produits ou revenus par une allocation "optimale" des facteurs de production ?

Cette confrontation constitue donc une porte d'entrée pour l'analyse du risque (nature du risque, sa perception, les attitudes face à ce risque...). Puisque la variété des stratégies de production n'est pas expliquée par la structure des exploitations, on peut se demander si cette variabilité n'est pas due à une perception du risque qui se modifie d'exploitant à exploitant. Grâce aux enquêtes successives menées à différentes échelles spatiales dans la région de Mugamba, des travaux de recherche sont actuellement mis en œuvre pour analyser cette problématique du risque.

Conclusion

L'appréhension des systèmes de production dans l'espace et dans le temps, par la mise en œuvre d'outils tels que la modélisation mathématique des exploitations, la simulation et les typologies/zonages ont permis de constater l'indépendance entre l'allocation des facteurs de production et la dotation de l'exploitation en ces facteurs.

Plutôt que de concilier structure et fonctionnement de leur système de production, les paysans privilégient, dans leur souci d'autonomie face aux agressions de leur milieu, des stratégies de minimisation des risques susceptibles d'influencer le niveau de leur subsistance (risques écoclimatiques, technico-économiques et institutionnels). Cependant, cette logique de subsistance, qui assure à leur système une certaine cohérence, devient de plus en plus difficile à maintenir dans un environnement marqué par l'économie marchande.

C'est en renforçant la flexibilité des systèmes de production en leur offrant de nouvelles opportunités que l'on peut sortir de cette impasse. Cela permettrait aux paysans d'atténuer leur aversion pour l'incertitude et de pouvoir ainsi améliorer la productivité de leur système. Une meilleure adéquation de la fonction de production avec la structure de l'exploitation ne pourra se réaliser par la suite qu'en assurant la sécurisation de l'environnement (ou l'atténuation du caractère trop imprévisible des événements) grâce à une amélioration de l'information du monde rural sur les marchés, les technologies agricoles et les institutions.

Dans cet encadrement du monde rural, il importe aux opérateurs et à tous ceux qui s'intéressent aux systèmes de production agricole de distinguer, dans leurs analyses, les éléments structurels des systèmes de leurs éléments fonctionnels. L'exercice en vaut la peine pour comprendre la logique des stratégies paysannes. Cependant, cette compréhension ne devient complète que placée dans une optique de temps et d'espace plus large qui intègre la part du risque et celle des facteurs exogènes.

Références bibliographiques

Atlan H., 1979. *Entre le cristal et la fumée. Essai sur l'organisation du vivant.* Paris, France, Le Seuil, 286 p.

Boulier F., Schilizzi S., 1990. La logique des choix productifs : étude heuristique par la modélisation. *In : Actes de l'atelier Représentation, modélisation, développement.* Montpellier, France, p. 135 - 165.

Badouin R., 1967. *Agriculture et accession au développement.* Paris, France, A. Pédone, 228 p.

Cerulus P., D'Haese L., 1991. *Typologie des exploitations de la zone encadrée par le projet SRD Buragane.* Bujumbura, Burundi, Faculté des sciences agronomiques, Université du Burundi, 20 p.

Cochet H., 1993. *Etude sur la dynamique des systèmes agraires au Burundi.* Rapport intermédiaire. Bujumbura, Burundi, ministère de

[4] En référence à la "loi de la variété indispensable" proposée par Ashby (cité par Atlan, 1979), pour assurer la régulation d'un système soumis à une grande variabilité d'agressions. En effet, la variété des réponses disponibles doit être d'autant plus grande que celle des perturbations est grande et que celle des états acceptables est petite.

[5] Par exemple, des producteurs qui arrivent, en s'associant, à imposer un prix d'un produit (facteur externe) sur le marché, endogénélsent de ce fait ce prix.

l'Agriculture et de l'Elevage, DGPAE & Paris, France, ADEPRINA, 198 p.

D'Haese L., Ndimira P.-F. *et al.*, 1985. *Etude multidisciplinaire des systèmes d'exploitation agricole dans la région d'Ijenda. Phase descriptive.* Tomes I et II. Bujumbura, Burundi, Faculté des sciences agronomiques, Université du Burundi.

Ellis F., 1988. *Peasant economics: farm households and agrarian development.* Cambridge University Press, 257 p.

Manyong'A Manyong Wakubang, 1986. *Analyse des systèmes d'exploitation agricole de la Crête Zaïre-Nil au Burundi. Le cas d'Ijenda*. Thèse, Université catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgique, 418 p.

Ndimira P.-F., 1991. *Dynamique et problématique d'amélioration des systèmes d'exploitation agricole au Burundi. Cas de la région de Remera.* Thèse, Université catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgique, 242 p. et annexes.

Simbizi J., 1988. *Analyse des parcelles de la région naturelle du Mugamba (première saison culturale 1987-1988).* Bujumbura, Burundi, Faculté des sciences agronomiques, Université du Burundi, 57 p.

Simbizi J., 1993. *Risque et la variabilité des stratégies de production.* Document interne. Louvain-la-Neuve, Belgique, Université catholique de Louvain, 45 p.

Vandueren A., 1989. *Méthodologie pour l'étude de la diversité des exploitations agricoles. Le cas du Mugamba.* Bujumbura, Burundi, Faculté des sciences agronomiques, Université du Burundi, 16 p. et annexes.

Verhaegen E., D'Haese L., 1988. *Recherches sur les systèmes d'exploitation agricole traditionnels au Burundi.* Communication présentée au Séminaire d'analyse du milieu rural, suivi-évaluation. Gitega, Burundi, 33 p.

Verhaegen E., Degand J., D'Haese L., 1991. *Amélioration des systèmes d'exploitation agricole traditionnels au Burundi.* Bujumbura, Burundi, Faculté des sciences agronomiques, Université du Burundi, 82 p.

Verhaegen E., Degand J., 1993. *L'évolution des systèmes agricoles au Burundi. Une dynamique conflictuelle.* Louvain-la-Neuve, Belgique, Cahiers du Cidep, Academia-Erasme, 100 p.

Yung J.-M., Bosc P.-M., Losch B., 1993. Stratégies des producteurs et phénomènes d'innovation au Sahel. Montpellier, France, CIRAD-SAR, 14 p.

Système agraire, Système rural, Système local

La pluriactivité en Languedoc

Campagne Pierre
CIHEAM, Institut agronomique méditerranéen, 3191, route de Mende, Montpellier, France

Résumé

L'analyse des zones rurales dont le fonctionnement n'est plus régi principalement par l'agriculture pose des problèmes conceptuels importants. Dans une recherche comparée sur les transformations de l'agriculture familiale dans un certain nombre de zones méditerranéennes en général et dans le Languedoc au sud de la France en particulier, on a utilisé l'analyse de système pour rendre compte des phénomènes observés. Cette démarche a débuté par l'utilisation du concept de système agraire. Mais celui-ci s'est rapidement montré inadéquat vu l'importance des activités non agricoles existant dans les zones étudiées. De plus, l'agriculture elle-même ne semble pouvoir se reproduire qu'au travers d'un système complexe de pluriactivité familiale. D'où l'idée d'utiliser plutôt le concept de système rural à celui de système agraire. Mais, en fait, c'est au niveau local qu'il faut regarder les phénomènes si l'on veut les comprendre, ce qui tendrait à préférer le concept de système local à celui de système rural.

Mots clés

Système agraire, système rural, système local, pluriactivité, Languedoc, exploitation-famille, zone rurale.

Abstract

Farming, Rural, and Local Systems: Pluriactivity in Languedoc, Southern France

It is difficult to characterize a rural area the organization of which is no longer determined by its farming activity. Comparative research was conducted into the transformation of household agriculture in some Mediterranean areas, with particular emphasis on Languedoc in southern France. Systems analysis was employed to explain the observed phenomena. Initially, analysis involved a farming systems approach, but this was quickly seen to be inadequate considering the great importance of off-farm activities in the areas studied. Moreover, the farming activity appeared to rely on a complex system of household pluriactivity. Hence the concept of rural system was adopted instead. But, in fact, for better understanding of these phenomena, they must be examined at local level. Hence the ideal conceptual approach is provided by the local system.

Introduction

Depuis plus de dix ans, nous réalisons des analyses comparées des transformations de l'agriculture familiale. Ces analyses sont toutes fondées sur des enquêtes zonales intéressant chaque fois au moins 100 exploitations agricoles. Ces enquêtes sont réalisées à la fois dans le Languedoc [1], et dans 12 pays méditerranéens [2]. Elles s'appuient sur un cadre conceptuel qui s'est progressivement transformé [3].

Cette contribution va tenter de rendre compte de notre démarche conceptuelle. On montrera donc comment nous sommes passés tout d'abord du concept de système de production familial à celui de système agraire. On verra par la suite comment ce concept a dû être dépassé pour inclure dans notre réflexion le "rural" et maintenant le "local". Cette démarche s'appuie sur la restitution rapide de quelques-unes des analyses comparées effectuées en

[1] Douze zones rurales ont ainsi été successivement étudiées. Ces enquêtes ont toutes donné lieu à un rapport interne de recherche. Certaines d'entre elles ont été publiées, d'autres ont été utilisées pour des travaux de recherche réalisés en réseau. C'est notamment le cas de :
- Bédarieux pour les travaux du réseau Agricultures familiales comparées (RAFAC) ;
- Pézenas pour le réseau Arkleton Trust dans le cadre du projet "Changement rural en Europe".

[2] Dans le cadre du RAFAC que nous avons créé en 1984.

[3] Les quatre synthèses les plus récentes ont porté :
- sur la pluriactivité (Bourenane et Campagne, 1991) ;
- sur les relations entre les choix technologiques et les risques (Bedrani et Campagne, 1991) ;
- sur le changement rural en Languedoc (Abdel Hakim, 1991),
- sur le développement local (Abdel Hakim et Campagne, 1987 ; Campagne, 1994).

Languedoc. Elle reste donc très centrée du point de vue des résultats concrets de recherche sur le Languedoc. Elle inclura cependant des références aux travaux méditerranéens du réseau Agricultures familiales comparées (RAFAC) et à des analyses plus européennes.

Des systèmes de production familiaux au système agraire

Le point de départ : le système de production familial

Les premières analyses effectuées (Campagne, 1984) portaient toutes à la fois sur l'évolution des exploitations familiales et sur leur transformation. Elles avaient toutes implicitement ou explicitement utilisé les trois composantes du concept de "système de production familial".

Le système

L'objectif était de caractériser *"des états, des relations et des éléments à l'intérieur et à l'extérieur du lieu où se réalise cette agriculture, c'est-à-dire l'exploitation agricole familiale"*. Le concept de système apportait alors une représentation de cet ensemble. Il permettait de mettre l'accent sur les relations entre les éléments qui constituent l'exploitation agricole (travail, terre et capital) et sur les différents itinéraires techniques et économiques que suppose cette "combinaison" (Sebillotte, 1982). L'utilisation du concept de système permettait aussi d'inclure dans l'analyse la finalisation de l'exploitation, qui est à la fois la production agricole et la famille. Enfin, ce concept permettait d'intégrer le temps, élément essentiel compte tenu de l'aspect dynamique de l'analyse.

La production

L'outil de lecture qu'est le concept de système va d'abord s'attacher à décrire, analyser et expliquer la production. Implicitement, on va donc considérer que, dans une exploitation agricole familiale, c'est la production qui est au centre de la logique de fonctionnement. Certes, l'analyse va très rapidement déboucher sur une étude de la consommation (RAFAC,1985a) et plus généralement sur les utilisations de la production et de sa valeur (RAFAC, 1985b). On va alors prendre en compte aussi, à côté de la consommation, la thésaurisation et l'accumulation de capital productif. Cela posera alors le problème du caractère englobant -ou englobé- de chaque unité (de production, de concommation, d'accumulation). Pour la première fois alors, nous parlerons de la reproduction de l'exploitation agricole en tant que finalité principale du système de production agricole.

La famille

Trois raisons principales allaient nous pousser à limiter le champ d'observation à l'agriculture familiale :

- Les équipes du RAFAC appartiennent à des pays où l'agriculture familiale n'est – ou n'était alors – qu'une forme sociale de production parmi d'autres. Il fallait donc analyser la "logique familiale" en la comparant aux logiques capitalistes, étatiques ou collectives...
- Par ailleurs, la logique familiale apparaissait comme essentiellement sécuritaire (Bedrani et Campagne, 1991). Elle vise à maximiser la sécurité dans la reproduction de la famille, même si le niveau et les formes de cette reproduction ne sont pas totalement satisfaisants pour l'agriculteur et sa famille.
- Enfin, le caractère familial observé de l'agriculture rejoignait les analyses qui montraient alors la nécessité de ne plus parler séparément de famille et d'exploitation, mais de l'ensemble famille-exploitation (Barthez, 1984 ; Brun, 1987).

L'élargissement du niveau d'analyse : la zone rurale

Une fois défini l'objet de l'analyse, l'exploitation familiale en évolution et en transformation, et l'outil de lecture, le système de production familial, on allait nécessairement poser le problème du niveau d'analyse. En effet, les "champs englobants" de l'unité de production que sont l'unité de consommation ou l'unité d'accumulation restent de nature microéconomique.

Or, ce niveau microéconomique permet davantage de décrire les transformations que de les expliquer. Le niveau explicatif suppose en effet que l'on prenne en compte les différents flux, de travail, de monnaie, de produits, d'information qui circulent entre les exploitations agricoles d'une part, et entre ces exploitations et le milieu économique et social dans lequel elles évoluent d'autre part. Il fallait donc passer à un niveau spatial plus vaste susceptible de les appréhender. Or, il apparaissait très rapidement que l'analyse ne pouvait se situer ni au niveau national ni au niveau régional (RAFAC, 1985a). Ces ensembles apparaissaient trop vastes pour saisir les caractéristiques que l'on voulait mettre à jour. Un débat s'instaura alors — qui dure encore — sur la délimitation de ce que nous devions finalement appeler "espaces de développement" (Abdel Hakim et Campagne, 1987a ; Campagne, 1994).

C'est ce débat qui nous a conduit à utiliser le concept de système agraire en intégrant les contenus que lui ont donné les géographes, les agronomes et les économistes.

Avec les géographes, nous nous sommes d'abord intéressés aux problèmes d'homogénéïté de l'espace à délimiter (Brunet, 1994).

Avec les agronomes, nous avons pris pour base ce qu'ils nomment eux-mêmes le "système agraire", c'est-à-dire *"l'expression spatiale de l'association des productions et des techniques mises en oeuvre par une société en vue de satisfaire ses besoins,* [qui] *exprime en particulier l'interaction entre un système bioécologique représenté par le milieu naturel et un système socio-culturel, à travers des pratiques issues notamment de l'acquis technique"* (Vissac, 1979).

Avec les économistes, nous avons utilisé la même terminologie de système agraire mais au sens où l'espace à délimiter se caractérise par un *"mode d'exploitation du milieu historiquement constitué et durable, un système de forces de production adapté aux conditions bioclimatiques d'un espace donné et répondant aux conditions et aux besoins sociaux du moment"* (Mazoyer, 1988).

Le concept de "système agraire" permettait ainsi de se situer à ce niveau mésoéconomique – celui de la "zone ru-

rale"–, qui nous paraissait le plus opératoire pour observer les transformations de l'agriculture familiale.

Le problème de la pluriactivité : l'émergence du système rural

Il restait alors à prendre en compte le problème de l'activité. Ce fut notre première tentative d'analyse comparée. Elle portait sur la pluriactivité en méditerranée (Bourenane et Campagne, 1991).

Les recherches en cours sur la pluriactivité (ARF, 1984) avaient largement contribué à sortir d'un concept d'unité de production agricole trop rigide. Elles étaient contemporaines de celles qui avaient mis à jour le concept de famille-exploitation. On s'intéressait alors à la famille parce que l'on savait par expérience qu'il y avait un *"lien étroit entre reproduction de la famille et reproduction de l'exploitation, même si ces deux types de reproduction peuvent connaître des ruptures (exode rural, vente d'une partie des terres de l'exploitation)..."*

Mais le concept de famille-exploitation allait vite apparaître comme inadéquat parce qu'il mettait sur le même plan un lieu d'activité économique (l'exploitation agricole) et un ensemble de rapports sociaux (la famille). Or, nos analyses, tout d'abord sur la zone de Bédarieux et par la suite sur les autres zones, allaient nous permettre de mettre à jour qu'avec la multiactivité des agriculteurs, on n'était plus en présence d'une activité agricole dominante, complétée par des activités extérieures. Certes, on parlait déjà d'entreprise rurale (Muller *et al.,* 1989) pour exprimer la "multiactivité" des agriculteurs sur leur exploitation ou à partir d'elle. Mais, à Bédarieux, nous mettions à jour un autre phénomène que nous avons appelé "agriculture à revenus extérieurs" (Abdel Hakim et Campagne, 1987b). La multiactivité n'était plus le fait du chef d'exploitation, qui redevenait au contraire monoactif, mais celui des membres de la famille et notamment de son épouse. Elle ne s'exerçait plus à l'intérieur mais à l'extérieur de l'exploitation. L'ensemble initial "famille-exploitation" devenait alors un nouvel ensemble "famille-exploitation-activités extérieures". Or, cette forme sociale de production concernait les agriculteurs les plus dynamiques et elle tendait à devenir dominante dans la zone.

L'activité économique concernée n'était plus la seule agriculture, et celle-ci ne dominait plus les autres activités. On était donc bien en présence d'un ensemble d'activités et de relations, qui étaient en train de constituer un "système" que l'on ne pouvait plus considérer comme seulement agricole. Ce système n'était plus agraire, mais rural.

Les concepts et les faits : analyse comparée de trois zones rurales languedociennes

Parmi les douze zones analysées, nous en avons choisi trois qui nous semblent devoir le mieux illustrer notre démarche : il s'agit des zones de Bédarieux, Pézenas et Saint-Gilles, étudiées respectivement en 1986 (Abdel Hakim et Campagne, 1987b), en 1987 (Abdel Hakim, 1987) et en 1990 (Abdel Hakim, 1991). Dans chacune d'entre elles, la démarche a consisté à analyser successivement :

- les structures des exploitations agricoles ;
- le fonctionnement des exploitations et des familles et notamment l'organisation du travail ;
- leurs résultats économiques et notamment leur capacité de reproduction ;
- l'avenir des exploitations.

Ces quatre groupes de variables ont été utilisés en prenant pour base deux types de différenciation, la première par classe de superficies, la deuxième en distinguant trois catégories de familles :

- celles où l'exploitant est monoactif sans revenus extérieurs (C1) ;
- celles où l'exploitant agricole est pluriactif (C2) ;
- celles où l'exploitant est monoactif mais où la famille dispose de revenus extérieurs (C3).

La question de départ était bien entendu de savoir si le comportement et les résultats économiques de ces unités étaient différents et pourquoi.

Il n'est pas possible dans le cadre de ce travail de rendre compte de façon précise des résultats de nos travaux. Aussi, après avoir donné rapidement les caractéristiques des zones d'études, nous donnerons l'essentiel des résultats économiques des unités de production et de leurs perspectives d'avenir, en les présentant par catégorie de famille (C1, C2, C3).

Caractéristiques des trois zones

Les trois zones sont situées dans trois ensembles agrogéographiques distincts.

Le premier est dominé par la plaine littorale et un plateau argilo-calcaire disposant de possibilités d'irrigation. Il comporte une superficie en vignes relativement faible pour la région due à l'importance de la diversification réalisée, notamment grâce aux installations d'irrigation réalisées par lacompagnie du Bas-Rhône Languedoc.

Le deuxième est à cheval sur la plaine viticole et les zones de piémont du département de l'Hérault.

Le troisième est situé entièrement en zone de piémont, à la limite de la culture de la vigne, avec une tradition d'arboriculture fruitière où dominent les cerisiers.

Comme le montre le tableau I, l'environnement non agricole est très différent d'une zone à l'autre. Par contre, on constate une certaine homogénéité dans les structures agraires, les plus petites exploitations étant cultivées en majorité par des pluriactifs ou des retraités, alors que les exploitations moyennes disposent en général de revenus extérieurs, ce qui n'est pas le cas des grandes exploitations.

Les résultats économiques

Le tableau II donne, pour les trois zones, quelques indicateurs économiques qui permettent de caractériser les résultats économiques de chacune des trois catégories de famille-exploitation, toutes classes de surface confondues.

La différenciation entre les 3 catégories apparaît très clairement. Elle permet de schématiser les caractéristiques économiques de chacune d'entre elles dans les trois zones concernées.

La catégorie C1 est celle des familles où l'exploitant est monoactif et qui ne disposent pas de revenus extérieurs. Les résultats économiques de cette catégorie sont dominés par

Tableau I. Caractéristiques des zones.

Zones	Situation géographique	Système de production	Environnement non agricole	Taille de la majorité des exploitations		
				< 5 ha	10 à 20 ha	> 20 ha
Saint-Gilles	Plaine et plateau	Vignes (21 %) Diversification	Tourisme Tertiaire PME	Pluriactives	Revenus extérieurs	Monoactives/ Revenus extérieurs
Pezenas	Plaine et plémont	Vignes (81 %)	Axe est-ouest	Retraités	Revenus extérieurs	Monoactives
Bédarieux	Plémont	Vignes et vergers (59 %)	Anciennes mines Economie de montagne	Agriculture de complément	Revenus extérieurs	Monoactives

Source : nos enquêtes.

PME : petites et moyennes entreprises.

une contradiction. En effet, les exploitations de cette catégorie sont celles qui ont à la fois la meilleure productivité (PBA et RA en général supérieurs aux autres) et les investissements les plus faibles. Elles se maintiennent sans pouvoir se moderniser au rythme que réclamerait le système dominant. Les résultats économiques ne le leur permettent pas.

La catégorie C2 est celle où le chef d'exploitation lui-même est pluriactif. Le revenu agricole est pour lui un complément non négligeable bien que ces familles disposent en général de petites surfaces. Le PBA est en général relativement élevé sauf à Bédarieux. Cela s'explique par le caractère assez particulier de la pluriactivité dans cette zone qui est le fait d'anciens mineurs dont la technicité laisse souvent à désirer et qui n'ont pas cherché à renouveler leur vignoble (investissements à l'hectare faibles). Le revenu agricole à l'hectare est le plus élevé des trois catégories à Saint-Gilles. Il ne représente cependant que le cinquième du revenu total, comme à Bédarieux, alors qu'à Pézenas il atteint près de la moitié de celui-ci. La valeur des investissements et des emprunts diminue au fur et à mesure que l'on passe de Saint-Gilles, zone agricole riche, à Bédarieux, zone plus difficile, en raison de la rentabilité décroissante de ces investissements.

La catégorie C3 est celle qui pratique la pluriactivité familiale. Elle dispose à la fois de revenus extérieurs et d'un chef d'exploitation plus jeune qui est monoactif. La valeur de la production agricole est analogue à celle de la catégorie C1 sur Saint Gilles et Pézenas, ce qui s'explique par l'importance des vignes et des arbres jeunes. Elle est nettement plus élevée à Bédarieux où l'effort de modernisation est plus ancien.

Cette catégorie se distingue surtout de la catégorie C1 par l'importance de ses investissements et de ses emprunts. Ceux-ci sont dans les trois zones largement supérieurs à ceux de la catégorie C1. Ils attestent que la modernisation agricole est surtout le fait de cette troisième catégorie.

Mais, quand on approfondit le fonctionnement économique de ces familles, on s'aperçoit que l'on est en présence d'une réelle multiactivité pratiquée en général par deux ou parfois trois personnes. La finalité de ces activités est différente. Les activités extérieures servent à reproduire la famille, les activités agricoles à pérenniser et à moderniser en permanence l'exploitation, sans pouvoir en général rémunérer correctement le travail. En effet, les résultats économiques ne sont pas suffisants pour y parvenir, en raison notamment de la nécessaire injection permanente de capital réclamée par les exigences de la "modernisation".

Nous ne sommes donc plus en présence de "familles agricoles" mais de "familles qui ont une exploitation agricole", comme on a une entreprise de maçonnerie ou un commerce. Il n'y a plus de "système agraire", au sens où l'agriculture ne régit plus de façon dominante l'économie et les rapports sociaux, mais un "système rural".

Nos observations zonales allaient être confortées par des analyses plus globales réalisées au niveau national. Deux d'entre elles étaient particulièrement éclairantes pour nous.

Celles qui sont tirées de l'étude détaillée de l'enquête sur la structure des exploitations agricoles en 1987, réalisée par

Tableau II. Quelques résultats économiques.

Zones		PBA/ha	RA/ha	RA/PBA	RA/RNT	I/ha	E/ha	I/PBA	E/PBA
Saint-Gilles	C1	18 400	5 100	0,27	0,51	18 400	16 300	1,70	0,73
	C2	30 500	9 600	0,44	0,78	15 800	12 900	0,52	0,42
	C3	21 200	12 600	0,61	0,21	26 500	20 500	1,85	0,9
Pézenas	C1	16 200	6 200	0,36	0,49	15 900	10 900	0,98	0,59
	C2	17 500	8 400	0,53	0,86	8 400	6 400	0,48	0,37
	C3	16 900	8 700	0,47	0,46	10 300	4 500	0,59	0,26
Bédarieux	C1	28 300	11 200	0,39	0,64	18 600	16 400	0,64	0,58
	C2	16 200	10 600	0,65	0,96	2 300	1 000	0,16	0,06
	C3	14 500	7 800	0,54	0,26	4 200	4 000	0,29	0,28

Source : nos enquêtes.

PBA : produit brut agricole.
RA : revenu agricole.
RNT : revenu net total.
I : investissements.
E : emprunts.

les Services de la statistique agricole, montrent que les familles des jeunes agriculteurs qui s'installent sont le plus souvent pluriactives et de moins en moins liées familialement à l'agriculture (Allaire et Blanc, 1991).

Les analyses tirées du dernier recensement général de la population (Brun *et al.*, 1991) montrent que, par ailleurs, dans beaucoup de communes rurales - mêmes celles qui appartiennent au "rural profond" -, les emplois agricoles diminuent encore mais sont compensés par une augmentation parfois importante des emplois non agricoles.

On est donc bien en présence d'un recul, voire d'un abandon d'une "logique agraire" au profit d'une "logique rurale".

Système rural ou système local?

Ces différents glissements conceptuels apparaissent clairement à un niveau beaucoup plus global avec l'émergence du rural dans la problématique du développement et l'apparition – ou la réapparition ? – du "rural" et du "local" comme cadres et objets de recherche. Ces deux phénomènes posent chacun à leur manière le problème conceptuel d'une référence privilégiée au "rural" ou, comme on va le voir, au "local".

L'émergence du rural dans la problématique du développement

En juillet 1988, la Commission des communautés européennes publiait une communication destinée au Parlement européen et au Conseil des ministres, intitulée *L'avenir du monde rural* (CE, 1988). Pour la première fois, le concept de "zone rurale" était évoqué officiellement par la Communauté européenne en tant qu'outil de lecture de la réalité européenne. En fait, l'innovation dépassait largement l'utilisation de ce concept. Elle représentait une remise en cause du rôle dominant de l'agriculture dans le développement de ces *"zones rurales qui occupent 80 % de l'espace communautaire et dans lesquelles vivent 50 % de la population européenne"*.

Enfin, ce texte proposait une typologie nouvelle des zones rurales en Europe. On y retrouvait d'abord les zones agricoles où pouvait continuer de s'appliquer le modèle dominant de développement de l'agriculture de la politique agricole commune, et les zones marginales ou déshéritées où la "survie" est devenue la logique fondamentale de développement (Campagne *et al.*, 1990). Mais on voyait apparaître un troisième type de zone, souvent localisé dans les zones de piémont, qui avait des caractéristiques distinctes des deux premiers. Contrairement aux zones déhéritées, on y pratiquait encore une agriculture dite "moderne", mais dont la rentabilité économique était de plus en plus remise en cause par les rentes de situation négatives dues au contexte bioclimatique ou socio-économique. Par contre, ces zones voyaient se développer un certain nombre d'activités non-agricoles qui venaient nécessairement soutenir l'activité agricole par les revenus qu'elles pouvaient apporter. Sans que la Communauté européenne ne le développe explicitement, on voyait bien alors que dans ces zones, le soutien à l'agriculture était de plus en plus apporté par des revenus extérieurs du type de ceux que nous avions observés.

L'émergence du rural et du local dans la problématique des chercheurs

La période concernée par nos études sur la pluriactivité était également concomitante avec une renaissance du "rural" en tant qu'objet de recherche. On connait l'importance des travaux qui ont jalonné cette période et dont B. Kayser rend compte à la fois historiquement et en termes de problématique et de définition, dans le premier chapitre de son ouvrage *La renaissance rurale* (Kayser, 1990). Or, la question principale posée par l'ensemble de ces travaux est celle de l'existence même du concept de "ruralité" en tant qu'outil de lecture de cette réalité nouvelle dont le redéploiement de la plupart des zones rurales en France offrait le spectacle. Or, Kayser, après avoir parcouru les différentes "références" permettant de caractériser le rural, *"qu'elles soient socio-spatiales – le rural par rapport à l'urbain – ou temporelles – le rural d'aujourd'hui par rapport à son passé –"*, décide de les rejeter. Il propose alors de caractériser la ruralité par *"son élément essentiel : son inscription locale, qui est à la fois rapport à la localité et à l'environnement"*.

Ce rapprochement du rural et du local est de fait de plus en plus partagé, non seulement par les chercheurs mais aussi par les agents de développement. Développement rural et développement local apparaissent ainsi de plus en plus souvent comme synonymes, comme c'est le cas, par exemple, dans le programme communautaire LEADER, le premier qui ait pris explicitement comme cible le développement local (Leader Magazine, 1992).

Tout cela incite à penser que le concept de système local semble plus approprié que celui de système rural. En effet, tout d'abord, ses contours sont beaucoup moins flous (Savey, 1994). De plus, ce concept peut être opératoire pour décrire et expliquer le fonctionnement d'un espace délimité (Fourcade, 1994).

Cela ne veut pas dire pour autant que l'on n'utilisera pas les concepts de système de production familial — au niveau micro-économique — et de système agraire — dans une perspective purement agronomique. Mais le concept de "système local" va remplacer celui de "système agraire" en tant qu' outil de lecture plus global permettant d'expliquer le fonctionnement d'une zone rurale.

D'ailleurs, les praticiens du développement local ne s'y sont pas trompés. Ils utilisent en effet implicitement ou explicitement ce concept pour analyser leur réalité. On le voit bien dans ces temps d'évaluation du premier programme européen de développement local – le programme LEADER – où les responsables locaux cherchent à montrer les articulations existantes au niveau local entre le spatial, l'économique et le social. Le "système local" permet bien en effet d'intégrer ces trois composantes et de les resituer dans des ensembles plus vastes comme la région ou le pays tout entier.

Références bibliographiques

Abdel Hakim T., 1987. *Analyse du fonctionnement des exploitations agricoles de la plaine viticole de l'Hérault (Cantons de Pézenas, Florensac et Montagnac).* Montpellier, France, CIHEAM-IAM. M, 61p.

Abdel Hakim T., 1991. *Accumulation productive dans l'agriculture familiale : origines et modalités*. Séminaire RAFAC, Montpellier, France, CIHEAM-IAM.M.

Abdel Hakim T., Campagne P., 1987a. Analyse des zones rurales et développement local. Les Cahiers de la Recherche Développement (13) : 21-28.

Abdel Hakim T., Campagne P., 1987b. *L'agriculture familiale à revenus extérieurs en région méditerranéenne (Languedoc).* Colloque "Changement rural en Europe", Montpellier, France, 6-10 juillet 1987. Arkleton Trust, CIHEAM-IAM.

Abdel Hakim T., Campagne P., 1991. Pluriactivité et revenus extérieurs dans l'agriculture de la zone de Bédarieux, Hérault, France. *In : Pluriactivité et revenus extérieurs dans les agricultures méditerranéennes.* Options méditerranéennes. Montpellier, France, CIHEAM-IAM.

Allaire G., Blanc M., 1991. *Pluriactivité et trajectoires professionnelles des agriculteurs.* Toulouse, France, INRA.

Association des ruralistes français (ARF), 1984. *La pluriactivité dans les familles agricoles.* Paris, France, ARF.

Barthez A., 1984. Femmes actives hors de l'exploitation familiale. *In : La pluriactivité dans les familles agricoles.* Paris, France, ARF.

Bedrani S., Campagne P., 1991. Introduction. *In : Choix technologiques, risques et sécurité dans les agricultures méditerranéennes,* Options méditerranéennes. Montpellier, France, CIHEAM-IAMM.

Bourenane N., Campagne P., 1991. Synthèse des études de zones. *In : Pluriactivité et revenus extérieurs dans les agricultures méditerranéennes.* Options méditerranéennes. Montpellier, France, CIHEAM-IAM.M.

Brun A., 1987. *La pluriactivité agricole en France : mesures et conceptions.* Colloque "Changement rural en Europe", Montpellier, France, 6-10 juillet 1987. Arkleton Trust, CIHEAM-IAM.

Brun A., Cavailhes J., Perrier-Cornet P., Schmitt B., 1991. Les espaces ruraux français revisités. Economie et sociologie rurales, Dijon, France, INRA.

Brunet R, 1994. *Dictionnaire de la géographie.* Montpellier, France, CNRS.

Campagne P., 1984a. *Introduction aux travaux.* Séminaire RAFAC "Recherche comparée sur les systèmes de production familiaux", Montpellier, France, CIHEAM-IAM.M.

Campagne P., 1984. *Synthèse des débats.* Séminaire RAFAC-Recherche comparée sur les systèmes de production familiaux, Montpellier, France, CIHEAM-IAM.M.

Campagne P., 1994. Agriculture et développement local : quelques questions économiques. *In : Territoires en mutation.* Options méditerranéennes. Montpellier, France, CIHEAM-IAM.M.

Campagne P., Carrère G., Valceschini E., 1990. Three agricultural regions of France: three types of pluriactivity. Journal of rural studies, 6 (4) : 415-422.

Communauté européenne, 1988. L'avenir du monde rural. Bulletin des communautés européennes, supplément 4/88.

Faur J.-P., 1990. Plus loin de la ville : résultats du recensement de la population de 1990. INSEE Première, n° 119, 4 p.

Fourcade, 1994. La production du local. *In : territoires en mutation.* Options méditerranéennes. Montpellier, France, CIHEAM-IAM.M.

Kayser B., 1990. La renaissance rurale, Coll. "Sociologie". Paris, France, A. Colin, 316 p.

Leader- magazine, 1992. Bruxelles, Belgique, AEIDL.

Mazoyer M., 1987. Rapport de synthèse provisoire. Dynamique des systèmes agraires. Paris, France, ministère de la Recherche et de la Technologie.

Muller P. *et al.*, 1989. *Les entrepreneurs ruraux.* Paris, France, L'Harmattan.

Réseau Agricultures familiales comparée (RAFAC), 1985a. *Niveau d'analyse et lieu d'observation en milieu rural.* Atelier de Médenine, Tunisie. Montpellier, France, CIHEAM-IAM.M.

Réseau Agricultures familiales comparée (RAFAC), 1985b. *Analyse et recherche de solutions technologiques pour le développement de la petite et moyenne agriculture.* Atelier d' Aveiro, Portugal. Montpellier, France, CIHEAM-IAM.M.

Savey S., 1994. Espace - Territoire - Développement local. *In : Territoires en mutation.* Options méditerranéennes. Montpellier, France, CIHEAM-IAM.M.

Sebillotte M., 1982. Le système de culture. *In : Journée du département d'agronomie de l'INRA.* Vichy, France, INRA.

Vissac B., 1979. *Du système de production agricole au système agraire.* Paris, France, INRA.

La recherche-système et la formulation de projets d'investissement dans le développement rural

Mascaretti A.
FAO, Via delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italie

Résumé

La recherche-système a été utilisée surtout dans l'analyse des performances des systèmes de production au niveau de l'exploitation agricole. Le concept de système agraire permet une analyse pluridisciplinaire à une échelle macroscopique, qui peut apporter une compréhension globale et dynamique du système agraire et du système économique dans son ensemble. Le Centre d'investissement de la FAO, qui assiste les gouvernements dans la formulation de projets de développement rural, reconnaît que la médiocrité de conception et de préparation des projets est une des causes des nombreux échecs. Pour pouvoir identifier une intervention exogène répondant aux besoins et pertinente quant aux objectifs de développement national, il faut comprendre la structure du système économique du pays, les liaisons entre les différents secteurs économiques, le système agraire dans son ensemble et son évolution en cours. Les concepteurs de projets de développement rural sont demandeurs de résultats pour pouvoir mieux orienter les investissements et favoriser un processus de développement économique et social durable.

Abstract

Systems Research and the Formulation of Investment Projects in Rural Development

Systems research has above all been used for the analysis of the performance of farming systems at the farm level. The "farming system" concept allows a multidisciplinary analysis at the macroscopic level that is capable of providing a dynamic and global understanding of the farming system and of the economic system as a whole. The FAO's Investment Center, which assists governments in the formulation of rural development projects, is well aware that inadequate project conception and preparation is one of the causes of the numerous failures. In order to identify an external intervention that meets the needs, and is pertinent to the national rural development objectives, the structure of the country's economic system itself must be understood, as must system as a whole including its current evolution. In order to better direct investments, and encourage a lasting process of economic and social development, rural development project designers need results on this analytical level.

Introduction

L'objectif de cette communication est de stimuler la discussion sur les contributions possibles de la recherche-système à l'amélioration de la conception des projets d'investissement dans le domaine du développement rural. On soulignera que, si les résultats, et la démarche même, de la recherche-système sont aujourd'hui couramment utilisés par les agronomes et agroéconomistes dans l'analyse des exploitations agricoles, les concepteurs de projets d'investissement rural manquent de résultats et de méthode aux niveaux "méso" et "macro". Ils rencontrent ainsi des difficultés à appréhender les relations entre sous-systèmes des économies rurales (secteur et sous-secteurs, régions...) et leur dynamique globale.

Le CI (Centre d'investissement) de la FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) assiste les gouvernements dans la formulation des projets de développement rural financés par les bailleurs de fonds multilatéraux tels que la Banque mondiale, le FIDA (Fonds international pour le développement agricole) ou les banques régionales de développement. Dans beaucoup de pays en développement, ces financements multilatéraux conditionnent une part très importante de l'économie nationale. Même s'ils sont accordés à des conditions avantageuses, les prêts engagent l'avenir, soit sous forme de pressions politiques et économiques, soit en raison des coûts récurrents qu'ils induisent, soit à cause du coût de l'endettement.

Il est demandé au personnel du CI d'aider à identifier et préparer, au cours de missions pluridisciplinaires de courte durée (en moyenne trois semaines), des investissements susceptibles de promouvoir le développement rural dans un

pays ou une région. Les étapes classiques du cycle de préparation d'un projet d'investissement sont connues (FAO, 1991) : identification générale, préparation et évaluation *ex-ante (appraisal).*

La mission d'identification générale est chargée d'identifier des idées de projet compatibles avec les priorités du gouvernement. C'est le stade d'intervention du CI le plus en amont. Elle tente de concilier les priorités d'investissement, décrites en termes très généraux dans le plan de développement du ministère de l'Agriculture, avec les priorités et spécificités du bailleur de fonds. La mission de préparation est chargée d'identifier en détail les composantes du projet, les actions à entreprendre, la gestion et l'organisation du projet, le nombre des bénéficiaires, les besoins en formation et en assistance technique et de calculer la rentabilité économique du projet. La mission d'évaluation *ex-ante*, organisée par le bailleur de fonds, revoit les hypothèses de base du projet et discute avec le gouvernement les conditions du prêt.

L'état de la recherche-système en agriculture

Dans le domaine du développement rural, la recherche-système a été utilisée surtout pour l'analyse de problèmes au niveau microéconomique des exploitations agricoles (*farming system*, système de production - Pillot, 1992). On s'est concentré sur l'étude des aspects techniques (reproduction de la fertilité des sols, itinéraires techniques, systèmes de culture et élevage, niveau de productivité de la terre et du travail, etc.) ; on a parfois cherché à comprendre l'environnement socioéconomique dans lequel opèrent les exploitations, y compris le système foncier, l'organisation des marchés, le système de crédit, etc. Mais, dans l'ensemble, les échelles d'analyse privilégiées ont été la parcelle, un ensemble de parcelles et l'exploitation agricole. L'objectif principal a été d'identifier la logique de fonctionnement des systèmes de production et les objectifs et priorités des ménages ruraux considérés exclusivement comme des unités de production agricoles ou pastorales.

Le concept de système agraire permet une analyse à une échelle supérieure. On le définit comme "un mode d'exploitation du milieu, historiquement constitué et durable, adapté aux conditions bioclimatiques d'un espace donné et répondant aux conditions et besoins sociaux du moment" (Mazoyer, 1986). Le système agraire est la combinaison dynamique d'un ensemble de variables : le milieu cultivé, la démographie, les instruments de production, les techniques productives à disposition, les modes de production, la division sociale du travail entre agriculture, industrie et services, les rapports d'échange et l'organisation politique des sociétés rurales. Il intègre les différents niveaux d'analyse et leurs interactions et permet une compréhension approfondie des mécanismes de fonctionnement des différents éléments du milieu étudié. Outre l'échelle macroscopique et le caractère multidisciplinaire de l'analyse (écologie, agronomie, sociologie, économie, etc.), la recherche sur les systèmes agraires accorde une grande importance à leur caractère historique ("historiquement constitué") et donc à leur dynamique, passée et actuelle. La société étudiée étant considérée comme un système en cours d'évolution, les interventions exogènes que sont les projets apparaissent comme des tentatives pour modifier le cours de cette évolution en renforçant, réorientant ou contrecarrant les tendances observées. Ces tentatives risquent d'échouer si le caractère évolutif du développement de cette société n'est pas correctement saisi.

La recherche-système à l'échelle de l'exploitation est un point de départ pour des analyses à des échelles supérieures ("méso" et "macro"). Depuis une dizaine d'années, des progrès considérables ont été faits en ajoutant à l'analyse des systèmes d'exploitation (niveau "micro") celle des systèmes socioéconomiques à l'échelle d'un territoire : terroir villageois ou petite région. Cependant, les contributions apportées par ces niveaux de recherche restent limitées sans une compréhension globale et dynamique du système agraire et du système économique dans son ensemble.

La question posée est la suivante : comment peut-on utiliser les outils de la recherche-système pour étudier et analyser la structure économique en général et la situation agraire en particulier d'un pays, comprendre l'évolution en cours, formuler un diagnostic et proposer des orientations de développement appropriées, capables de mieux canaliser l'allocation des ressources financières disponibles, pour permettre de favoriser un véritable processus de développement économique et social durable ?

Les initiatives du Centre d'investissement de la FAO

Il est largement reconnu que les résultats décevants, voire les échecs, de nombreux projets d'investissement sont imputables, entre autres, à des déficiences dans la conception et la préparation, dues souvent à une mauvaise compréhension globale du système économique et social de la région concernée (FAO, 1991 ; Dufumier, ?) et de son insertion dans l'économie nationale et internationale.

Il est rare que les missions de formulation de projets puissent disposer des informations nécessaires pour une analyse dynamique du secteur agricole et des relations *(linkages)* existantes entre les différents secteurs économiques du pays. On se limite, le plus souvent, à un constat des principales données macroéconomiques qui auront une influence limitée sur les choix successifs. Les décisions, prises en raisonnant au niveau de sous-secteurs économiques d'une région particulière, se fondent souvent sur :

- une analyse technique et statistique des contraintes et potentiels de la région ;
- une seule activité du groupe cible (agriculture, élevage...), en ignorant d'autres composantes importantes des économies locales (activités rurales non agricoles) ;
- des résultats pouvant être attendus dans le court terme. Les projections des effets du projet sur l'environnement socioéconomique de cette région à plus long terme sont plus rarement prises en compte. Les décisions sont prises en accord avec les priorités du bailleur de fonds et/ou du gouvernement, mais plus rarement en accord avec celles des acteurs économiques, paysans, artisans, commerçants, directement ou indirectement concernés.

Le CI a essayé de répondre à ces insuffisances principalement en introduisant l'étude socioéconomique et des systèmes de production (ESESP) dans le cycle de préparation des projets ; en incluant plus souvent dans les projets une composante de recherche-développement pour la mise au point de solutions techniques et/ou organisationnelles efficaces ; en mettant au point une démarche originale pour les projets de gestion des terroirs.

L'étude socioéconomique et des systèmes de production

L'étude socioéconomique et des systèmes de production menée par le CI (FAO, 1991) dans le cycle de préparation des projets doit faire un diagnostic systémique et pluridisciplinaire d'une région en utilisant des techniques similaires au *Rapid Rural Appraisal* (McCracken *et al.*, 1988). Le ESESP a été conçu à l'origine comme un moyen relativement rapide pour comprendre la différenciation sociale d'une population donnée, les causes et relations entre les différents groupes sociaux. Le but était de pouvoir mieux cibler les interventions, en particulier celles financées par le FIDA, en faveur des classes les plus défavorisées. L'étude se fait après l'identification de la zone et des grandes lignes du projet, mais avant la préparation détaillée. Elle est généralement conduite par un sociologue/socioéconomiste et un agronome, souvent accompagnés par des homologues nationaux. Le travail de terrain se fait en quatre à cinq semaines.

L'ESESP a essentiellement une finalité cognitive (Pillot, 1992). Elle produit des connaissances de base sur le fonctionnement des systèmes de production d'une région donnée et permet de tester la convergence entre l'idée du projet avancée par la mission d'identification et les besoins et priorités exprimés par la population bénéficiaire. Elle s'appuie sur l'étude détaillée d'un échantillon limité de la population. L'analyse qualitative et la compréhension du fonctionnement des systèmes sont censées être privilégiées par rapport aux informations quantitatives. Cependant, des informations quantitatives de base sont collectées auprès de l'échantillon pour permettre la modélisation des différents types d'exploitation présents. Dans la plupart des cas, l'espace consacré à l'analyse de la dynamique des systèmes et à l'histoire des transformations techniques, économiques et sociales est limité.

L'ESESP a l'avantage de permettre aux responsables de la formulation des projets de consulter les populations que le projet prétend aider et d'entendre leur version des problèmes et des potentiels de développement existants. L'objectif final reste de concevoir un projet qui réponde le plus souvent aux priorités des populations cibles.

Les composantes de recherche-développement

Les projets de développement ont été fondés, en général, sur l'hypothèse que le simple transfert de techniques améliorées peut promouvoir le développement économique d'une région donnée. Ces techniques, issues de la recherche classique conduite en milieu contrôlé, étaient destinées à augmenter les rendements des cultures de subsistance ou de rente. Le projet devait convaincre les agriculteurs d'adopter ces solutions et intéresser l'encadrement technologique. Cette approche explique beaucoup d'échecs des projets dans les années 70 et 80.

Le concept de recherche-développement, apparu à la fin des années 70, propose une alternative à ce transfert unilatéral et directif. La recherche-développement est définie comme "une expérimentation en milieu physique et social réel (vraie grandeur) des possibilités et conditions du changement technique (intensification-aménagement) et social (organisation des producteurs, encadrement administratif et para-administratif)" (Billaz R., Dufumier M., 1980). La coexistence des objectifs d'expérimentation physique et socioéconomique constitue une caractéristique fondamentale de la recherche-développement.

Le CI, depuis quelques années, a entrepris une action de sensibilisation auprès des bailleurs de fonds pour faire comprendre l'importance et l'utilité de l'approche recherche-développement. De plus en plus souvent, les projets préparés par le CI comprennent une composante recherche-développement qui est à la base d'une démarche de programmation plus souple et "participative" (Lazarev, 1993). On pourrait parler de recherche-action dans le sens où les résultats obtenus par l'équipe de recherche-développement en collaboration avec la population sont traduits au fur et à mesure en action. Il en résulte que la préparation du projet prévoira les actions sous forme d'enveloppes globales, les affectations quantitatives devant être précisées au fur et à mesure des demandes formulées et des décisions prises par les populations en collaboration avec les techniciens et conseillers externes.

La mise en œuvre de ce type de projet représente une contrainte pratique importante. Il s'agit de la disponibilité, dans les pays concernés, de ressources humaines ayant une bonne formation théorique et pratique dans les méthodes de recherche-développement. Trop souvent, ce type de recherche est réduit à des essais techniques conçus par les chercheurs et mis en place sur les champs des paysans (en milieu réel) en leur demandant une contribution en main-d'œuvre.

Une démarche originale pour les projets de gestion des terroirs

Depuis quelques années, les bailleurs de fonds multilatéraux se sont intéressés aux projets de gestion des terroirs, en particulier en Afrique de l'Ouest. Une des démarches proposées comprend les étapes suivantes (FAO, 1993) :

- connaissance de l'espace social et des modes actuels d'utilisation des ressources naturelles ;
- diagnostic participatif ;
- recherche de solutions-actions ;
- établissement de priorités ;
- planification villageoise et intervillageoise ;
- formulation d'un programme et établissement d'un contrat de développement.

L'application d'une telle démarche est une nouveauté pour les bailleurs de fonds multilatéraux, mais plusieurs coopérations bilatérales et ONG utilisent une démarche plus ou moins similaire depuis plusieurs années. En revanche, les techniques utilisées pendant la première étape de connaissance de l'espace social nous semblent être originales. Elles comprennent trois aspects interdépendants : l'établisse-

ment d'une carte du terroir du village ; une enquête socio-foncière ; le traitement informatique des données collectées.

Les villageois ont une certaine vision de leur espace, ils en désignent les parties avec des mots à eux et en connaissent la répartition selon les noms de leurs familles. Ils ont une carte mentale de leur terroir. Toute action doit partir de la connaissance et compréhension de cet espace social, tel qu'il est vécu et compris par ces acteurs.

La carte socio-foncière du terroir villageois a comme objectif de représenter sous une forme lisible selon nos concepts la carte mentale des populations. Le levé se fait de façon sommaire en relevant les alignements de limites au compas et en mesurant les distances au compteur hectométrique d'un véhicule (deux à trois jours de travail). L'acquisition des connaissances sur le système socio-foncier est un moyen efficace d'engager le dialogue avec les populations.

L'enquête socio-foncière qui suit la réalisation de la carte représente la première étape du processus d'action participative. Les informations recueillies concernent des données relatives aux terres familiales (nombre de champs, localisation par zone, superficie et type de champs) et à la composition des ménages, familles et lignages, à leur capital productif, etc. Sur cette base, on commence la négociation contractuelle avec les populations concernées, caractéristique typique des projets de gestion des terroirs.

Les limites des améliorations apportées par le CI

Les initiatives du CI qui viennent d'être décrites cherchent à améliorer le processus de formulation des projets d'investissement en utilisant la recherche-système pour mieux comprendre le complexe socioéconomique sur lequel on devra intervenir et en essayant de rendre plus souples les interventions pour permettre une adaptation continue à un environnement en évolution permanente.

Bien qu'elles apportent des améliorations, ces initiatives restent insuffisantes car elles n'interviennent qu'au stade de la préparation d'un projet. Nous avons insisté sur la nécessité d'utiliser la recherche-système plus en amont, au moment de l'identification des priorités d'investissement. De plus, l'allocation des ressources humaines et financières pour la formulation et la préparation des projets représente de plus en plus un facteur limitant important.

Les insuffisances et les domaines potentiels d'application de la recherche systémique

Nous avons vu comment la recherche-système a été principalement un moyen pour mieux connaître une réalité sur laquelle des interventions externes étaient prévues et pour définir et mettre au point des actions adaptées aux besoins de la population. Elle a été utilisée pour identifier et étudier les systèmes de production des différentes zones agroécologiques d'un pays ainsi que les typologies d'exploitations, leurs objectifs, contraintes et priorités. Ces analyses micro et méso sont indispensables pour définir des actions de développement qui répondent aux besoins prioritaires des populations concernées.

En tant que professionnels dans une institution chargée d'aider les gouvernements dans la formulation de projets de développement rural, nous sommes confrontés à des contraintes importantes. Les gouvernements sont responsables de la formulation des plans d'investissement nationaux. Quand il s'agit du secteur agricole, ces plans font généralement référence à des objectifs généraux tels que l'augmentation de l'autosuffisance alimentaire du pays ou la diversification des cultures d'exportation. Il est très rare que les plans d'investissement fassent référence aux relations structurelles qui existent entre le secteur agricole et les autres secteurs de l'économie. Les gouvernements sont confrontés à la nécessité de concevoir des programmes d'investissement rural précis, complets, coordonnés, cadrant avec des plans de développement réalistes (Lecaillon, 1987). Les bailleurs de fonds, de leur côté, souhaitent harmoniser leurs programmes d'aide avec la programmation du pays concerné en matière d'investissement.

D'autre part, nous avons tendance à raisonner en termes de sous-systèmes, soit géographiques, soit économiques. Différents bailleurs de fonds financent de plus en plus de projets régionaux qui ont besoin d'être confrontés et replacés dans une logique de développement national. Dans beaucoup de cas, par exemple, les choix des projets et/ou des zones d'intervention ressemblent plutôt à une répartition thématique ou géographique entre les différents bailleurs de fonds qu'à un choix rationnel résultant d'une analyse sérieuse des contraintes et potentiels au plan national. Les projets de développement agricole ont besoin d'être replacés dans le contexte de l'évolution de l'économie nationale dans son ensemble. Le développement des secteurs industriels et des services représente en même temps un moyen nécessaire et une conséquence du développement du secteur agricole. La compréhension des liaisons entre les différents secteurs économiques est indispensable pour pouvoir prendre des décisions cohérentes.

Il nous semble que la recherche-système peut apporter une contribution importante tant à l'analyse intersectorielle des économies rurales à tous les niveaux d'analyse qu'à la réflexion sur la structure et le fonctionnement du système agraire au niveau national et sur la dynamique de ces systèmes (exploitation, terroir, région et pays).

L'analyse intersectorielle des économies rurales

Nous avons vu auparavant que la recherche-système a généralement privilégié l'analyse des systèmes agricoles par rapport à l'analyse des systèmes ruraux. Mais nous savons que le développement économique et social dépendra non seulement de l'augmentation et de la diversification de la production agricole, mais aussi des relations qui existent, et qui peuvent se développer, entre l'agriculture, l'artisanat/industrie et le secteur des services. Les choix concernant les investissements dans les économies rurales doivent tenir compte des synergies et transferts existants et souhaités entre ces différents secteurs. L'analyse intersectorielle des économies rurales pourrait constituer un outil précieux

pour mieux identifier les opportunités d'investissement et les effets escomptés.

La structure et le fonctionnement du système agraire au niveau national

Le choix d'investir dans le développement rural d'une région donnée devrait être fondé sur un choix rationnel, en fonction de la dynamique des différents systèmes de production existant dans les différentes régions agroécologiques du pays, de leurs contraintes, de leurs potentiels et des politiques de développement entreprises par le gouvernement. Seule une analyse comparative entre les contraintes, potentiels et dynamiques des différents systèmes de production et entre les performances des différents types d'exploitations à l'intérieur de chaque système peut permettre d'améliorer la pertinence des choix d'investissement.

L'accent sur la dynamique des systèmes

"Un projet ne peut être compris que comme une accentuation ou un réajustement de dynamiques déjà existantes." (D. Gentil, M. Dufumier, 1984). En toute circonstance, la recherche-système doit donc insister sur les dynamiques présentes, elle doit expliquer, entre autres, pourquoi et comment une société rurale donnée a suivi une certaine évolution et quel est le processus évolutif actuel. Les dynamismes et leurs blocages sont à resituer dans l'analyse historique, qui "doit permettre de comprendre la logique de l'évolution des interactions entre les pratiques techniques et les rapports sociaux" (D. Gentil, M. Dufumier, 1984).

Existe-t-il des possibilités de collaboration ?

Cette contribution a présenté l'utilisation par le CI de la recherche-système dans la formulation de projets de développement rural et les insuffisances ressenties. Nous avons mis l'accent sur les thèmes qui mériteraient plus d'attention de la part de la recherche et sur l'impact que ces études auraient sur la pertinence et l'efficacité des investissements dans le développement rural. Il nous semble qu'une collaboration entre le CI et les institutions de recherche systémique serait en même temps souhaitable et nécessaire. Cela pourrait avoir un impact positif important sur la performance et l'utilité des projets de développement rural formulés par le CI.

Il reste à étudier ensemble quelles formes de collaboration sont possibles. On pourrait, d'abord, intensifier contacts et échanges d'information informels entre le CI et les institutions de recherche pour se tenir au courant et mieux connaître les activités réciproques, ce qui permettrait d'identifier les possibilités de collaboration. Du côté de la formation, il est urgent d'accroître de manière significative les efforts de formation des chercheurs et des cadres des pays en développement sur la théorie, les approches et les méthodologies de la recherche systémique. Des formations ponctuelles pourraient aussi être envisagées pour les professionnels du CI sur certains thèmes ou méthodologies.

Références bibliographiques

Billaz R., Dufumier M., 1980. *Recherche et développement en agriculture.* Collection Techniques Vivantes, Agence de coopération culturelle et technique, Paris.

Dufumier M., ? Farming systems and agricultural development in developing countries. Contribution présentée au 4th National Seminar on farming System, Prince of Songhkla University, Hat Hai, Songkhla, Thailand.

FAO, 1991. Guidelines for the design of agricultural investment projects. FAO Investment Centre Technical paper no 7.

FAO, Carloni A., 1991. Sociological analysis in agricultural investment project design, FAO Investment Centre Technical paper no 9.

FAO, 1993. République du Mali : rapport de formulation et de mise en place d'un programme d'appui à la gestion des terroirs de la plaine du Seno-Gondo.

Gentil D., Dufumier M., 1984. Le suivi-évaluation dans les projets de développement rural-orientations méthodologiques. AMIRA, 44.

Lazarev G., 1993. *Vers un écodéveloppement participatif.* Editions L'Harmattan, Paris.

Lecaillon J., Morrison C., Schneider H., Thorbecke E., 1987. *Politiques économiques et performances agricoles dans les pays à faible revenu.* Centre de développement de OECD, Paris.

Mazoyer M., 1986. *Rapport de synthèse de la commission Dynamique des systèmes agraires.* Ministère de la Recherche et de l'Enseignement supérieur, Paris, 16 p.

McCracken J.A., Pretty J.N., Conway G.R, 1988. *An introduction to rapid rural appraisal for agricultural development.* International Institute for Environnement and Development.

Pillot D., 1992. Réflexions sur la diversité des approches systémiques du milieu rural. Contribution au Colloquio mesoamericano Sistemas de produccion y desarollo agricola, Mexico, 1992.

Is Farming Systems Research and Development (FSRD) a Science?

A Review of the Anglo-Saxon Literature

Castellanet Christian

Groupe de recherche et d'échanges technologiques (GRET), 213, rue Lafayette, 75010 Paris, France, and Institute of Ecology, 62603 Athens, Georgia, USA

Abstract

Farming systems research and development (FRSD) have been used and advocated by various researchers as an alternative to the traditional 'top-down' approach to agricultural research and development. However, its scientific status has frequently been questioned by other scientists—often, specialists experienced in reductionist research strategies. The nature of FSRD is discussed with reference to concepts of the philosophy of science, and by comparing its research methods with those of other disciplines. Four features of FSRD are analyzed: (a) it is an applied science, (b) it is based on a systemic method, (c) it incorporates various disciplines and, in particular, social sciences, and finally (d) it often uses participatory methods within a research action program. The conditions for better recognition of FSRD are then discussed.

Key words

Philosophy of science, farming systems research and development, participatory research, interdisciplinary research, positivism, scientism, utilitarism, systems science, history of science, agricultural development.

Résumé

Recherche et développement des systèmes de production : s'agit-il d'une science ?

*La recherche et le développement des systèmes de production (*Farming systems research and development, *FRSD) ont été préconisés et utilisés par de nombreux chercheurs à la place de l'approche traditionnelle "de haut en bas". Cependant, la valeur scientifique de cette méthode a souvent été mise en doute par d'autres chercheurs — souvent des spécialistes habitués à des stratégies de recherche réductionnistes. La nature de la FSRD est discutée à partir de concepts tirés de la philosophie des sciences et en comparant ses méthodes de recherche avec celles d'autres disciplines. Nous avons analysé quatre caractéristiques de la FSRD : il s'agit d'une science appliquée ; elle utilise une approche systémique ; elle incorpore plusieurs disciplines et, plus particulièrement, les sciences sociales ; enfin, elle utilise souvent des méthodes participatives à l'intérieur de ses programmes de recherche et d'action. Les conditions nécessaires à une meilleures acceptation de la FSRD sont discutées en conclusion.*

Introduction

Farming systems research (FSR) is often considered by mainstream scientists as a social exercise that is perhaps valuable, but not 'scientific' as such. This attitude is reflected in the reluctance of many research funding institutions to support such programs, and also in criticisms within national agricultural research institutions, which increasingly tend to prioritize 'fundamental' disciplines such as molecular biology or genetic engineering (Collinson 1988). But what is their definition of a science, and what criteria can we use to discuss the nature of FSR with critical 'mainstream' scientists?

As a point of departure, I suggest that FSR has four specific characteristics that are frequently cited by opponents as proof of its nonscientific character.

Firstly, FSR was developed historically as a tool to enhance transfer of technology to small farmers, and is usually conducted within farming systems research and development (FSRD) programs. It is therefore, by origin, essentially applied research (carried out with a specific socioeconomic objective), as opposed to fundamental or 'pure' research.

A second important characteristic of FSR is that it is used to study objects (the farming systems) that are intrinsically complex systems with several levels of hierarchical structure.

Farming systems can be studied in quantitative ways through their physical and economic characteristics. However, a central element is the farmer's behavior, which is more difficult to quantify, and cannot be studied without

the use of social sciences. This integration of social sciences in applied research is a third characteristic of FSRD.

The fourth characteristic, is that FSRD often tries to integrate action in the research strategy. Research and development interventions are linked, not sequentially, but in a mutualistic way: each activity reinforces the others and all activities are performed simultaneously. In most farmer-oriented programs, the research conducted becomes truly participatory. This approach goes against most scientists' conceptions of their role in society ("a good scientist should be objective and 'independent' from social and political activities"), but has some interesting heuristic implications.

In discussing each of these four points, I shall use contributions from the history and philosophy of science, mostly from Anglo-Saxon literature. This is the result of chance and necessity, in that I prepared this paper during a stay in the USA and used whatever material could be obtained in a reasonably sized American university library. I think, however, that there is a certain logic in basing this work on major 'mainstream' scientific culture, as one of my objectives is to demonstrate to 'mainstream' scientists that their view of science in general, and of FSRD in particular, is open to question and is not devoid of internal contradictions. My objective is to answer the question: do the four characteristics outlined earlier disqualify FSR as a scientific discipline? In doing so, I shall occasionally draw parallels with other natural or social sciences.

Applied Research Versus Pure Science

Many scientists today consider that applied science is an inferior form of science. Some philosophers justify this opinion by stressing that "the fundamental aim of science should be the acquisition of knowledge and understanding of the world," and not social or moral objectives (Mosson, cited by Schaffner, 1992). Obviously, this is an arbitrary definition (as are all definitions), and also an ethical judgment. There is probably wide consensus that the object of science is to produce scientific knowledge, but there is also strong ethical debate on the ultimate aims of science. Science can also be considered as an institution of modern society, the objective of which is to systematize acquisition and transmission of knowledge to improve its control on the material world. This instrumentalist perspective was evident to the first empiricists: "We cannot command nature except by obeying her" (Bacon). We therefore need to examine the type of knowledge and methods involved in applied science rather than its ultimate aim in order to determine whether the discrimination between pure and applied science is justified.

There is nothing, a priori, in the methodology of applied science that differentiates it from pure science. Problems are defined, hypotheses formulated, explanations sought, and confirmation obtained inductively through observations or experimentation, exactly as in 'pure science'. The main difference lies in the choice of the problems investigated. 'Normal science' tends to work on the problem puzzle defined by its research program, whereas applied science selects problems based on their social implications. However, the difference between the two is often more psychological than real, given that most research funding is decided by governments or private firms based on expected economic or political products. Positivists argue that only pure research can build theories and discover 'general laws of nature', whereas applied research has no such objective. Therefore, only pure science permits fundamental progress in knowledge (which, in the positivist's view is the driving force behind it). As the philosopher Salmon expresses it: "Scientific knowledge stands as the supreme achievement of our society" (1992). This claim is also highly debatable. Some historians, but also physicists (Duhem 1914), have demonstrated that the progress of 'pure science' was largely dependent on the progress of technology, for indirect observations and measurements in particular. The fact that technology progressed before science has been demonstrated by Kuhn (1977) for the 18th century and beginning of the 19th, but, even today, the two are hardly distinguishable. Digital computers were initially developed in the 1940s as part of a typical applied research program with military objectives, but their impact on scientific development has been tremendous. Independent of the technological aspect, applied research often leads to fundamental discoveries. Pasteur's discoveries in microbiology were also a consequence of his work for the wine industry (Bechtel, Richardson 1993). Appropriately, Pasteur declared: "There are no such things as pure science and applied science. There are only science, and the applications of science."

In spite of the preceding observations, the concept of the superiority of 'pure science' remains deeply rooted in the scientific community. This can probably be explained in large part as the result of the triumph of 'scientism' in the never-ending war for public funding and recognition. Scientism can be analyzed as an ideology that justifies the material sustenance of its advocates (the scientists), just as religions use theological arguments to feed their priests (Feyerabend 1975). Auguste Comte was not so foolish when he proposed the institution or a scientific religion ("religion of humanity") in the positivist state (Bryant 1985)!

In conclusion, it appears that there is no philosophical or historical argument for reserving the 'scientific' label for pure science. Therefore FSRD should not be discriminated on the ground that it is an 'applied' science.

Systemic Approaches, Hierarchy Theory and Scientific Methods

The study of complex systems requires special methodological tools (heuristics). The debate between holism, mechanical, systemic, and reductionist approaches in biology illustrates this problem. The history of natural sciences demonstrates that biologists have had to modify their research strategies progressively since the end of the 19th century, from the search for simple linear causal mechanisms to explain all observed phenomena, to the more sophisticated approach that considers living organisms as complex systems, necessitating different heuristic strategies. For example, the history of research on

alcoholic fermentation is described in Bechtel and Richardson (1993), and the debate on population genetics, in Wimsatt (1980).

Formalization of the systemic approach was greatly facilitated by the development of digital computers in the 1950s, which permitted the large-scale development and use of systemic models by nonspecialists (Simon 1981). Today, the analysis of complex systems models is based on 'hierarchy theory' (Allen, Starr 1982). We can analyze the behavior of systems that are composed of subsystems, themselves composed of sub-subsystems, etc. Depending on the extent of interactions between components within a particular subsystem, as compared with interactions with other subsystems, the system can be considered as strictly hierarchical (hierarchically decomposable), or approximately hierarchical. Hierarchization is a general phenomenon in living organisms. However, in many cases, the systems observed are not strictly hierarchical (especially at the level of populations, ecosystems, etc), and the determination of an 'a priori hierarchy' is a somehow arbitrary, although necessary, heuristic stop. As Bechtel rightly points out, there are severe limitations to our intuitive understanding of systems, which explains our 'natural' inclination towards simple localization, mechanical explanations, and reductionist approaches.

Farming systems research is a good example of the use of hierarchy theory. The central level of investigation of the FSR approach was initially the farming system, composed of the farmer and his farm (factors of production), within a relatively short timescale (a few years required for technology adoptions). However, it rapidly became clear that this scale was too limited to explain entirely farmers' choices: farmers' strategies, children, old age, etc. Farming systems can be broken into lower-level subsystems (the cropping system and the livestock system, in particular), which can in turn be broken into sub-subsystems (the plot, soil/plant interaction, etc), but they are also part of a higher-level system (the agrarian society). Farmers do interact extensively with other farmers, exchange labor or other factors of production, and are constrained by the larger society's environment and rules, and particularly by the market situation. But they are also constrained by land tenure rules, religious or other social obligations, available local knowledge, etc. This concept largely corresponds to the 'agroecosystem' of human ecology (Conway 1987).

At an even higher spatial and temporal level, we find the traditional discipline of 'comparative agriculture', which attempts to reconstruct the history of the relation between agricultural technologies and societies, first in Europe (with the analysis of 'agricultural revolution' by historians such as Bloch (1966), and then around the world. This type of analysis is based on the assumption that there is a strong link between agricultural productivity, economic and political organization of the society, and the major ideology of the society. Boserup (1966) studied the relationship between population growth, technological change, and agricultural intensification. It certainly constitutes a useful framework for FSRD practitioners, as it helps identify some of the strong structural constraints in agrarian society that are not likely to change in the medium term, but must be taken into consideration in all development programs and the formulation of national policy (Mazoyer 1986).

Within FSRD, we also find different levels of study and intervention, depending on the objectives of the institutions concerned [eg, between farming systems research and extension (FSRE) and farming systems approach to infrastructure support and policy (FSIP) (Hildebrandt 1986)].

An important implication of systems theory is that it demonstrates that the behavior of a nearly hierarchic system is only 'approximately' predictable. Weak interactions between subsystem components and external entities or other subcomponents create variability in responses, equivalent (for all practical purposes) to stochastic variations. A general point of agreement among systems theorists is that the existence of hierarchies in nature clearly raises the question of the relevant level of investigation in research. Contrary to 'radical reductionist' claims, it is not only useless, but also futile, to try to explain what happens at population level, for example, by fundamental laws of physics (Levins, Lewontin 1980). Many scientists now advocate a 'complex reductionist' research strategy. In contrast to 'metaphysical holism', complex reductionism is based on the following principles (Wimsatt 1980):

- scientists may legitimately study regularities in the behavior of a class of systems without necessarily looking for explanations at the lower level;
- regularities at a certain level of systems hierarchy become mechanism at the higher level.

In terms of heuristic strategies, this implies that research should work simultaneously on a 'generalist diagnosis' of the system studied and on the testing of proposed mechanistic relationships. This implies constant to and fro between systemic modelers who formulate hypotheses (based on observations) on how the system may work, and experimental studies and observations, which confirm or invalidate these hypotheses. Unfortunately, the scientific tradition favors the mechanistic/experimental approach, and considers systems theory as a particular branch of mathematics rather than an essential tool for naturalistic investigations, such as statistics. As a consequence, systemic approaches and modeling of complex objects are regarded with suspicion in the largely reductionist scientific community.

Social Sciences and Farmers' Choices

The central objective of FSR is to understand and predict farmers' decisions and behavior in the production field. It therefore needs to adopt a paradigm of human choice determination, which is one of the main problems of social sciences. Rosenberg (1985) observes that there are two fundamentally different conflicting views of social science: (a) the naturalist tradition, the objective of which is to improve understanding of the causality behind human activities, and (b) the interpretationist tradition, which holds that human action must be regarded as the result of

intentional choice resulting from the conjunction of desires and beliefs with external circumstances.

Farming systems researchers rarely state explicitly their social paradigm, and this is a frequent source of misunderstanding between various schools. Some practitioners have adopted a mild form of naturalism—the marginalist economic theory. The marginalists tried to explain individual economic choices by a rational calculation based on maximization of quantifiable 'utilities' derived from goods acquired or services obtained by the individual agent. They had, however, to recognize quickly that utility was hardly measurable, because it was relative to the circumstances and variable with time (change in preferences) for a given individual. In fact, utility simply reflected the subjectivity and variability of desires and beliefs already discussed. Econometric approaches to farmers' decisions, based only on observable external indicators, have not been very successful. Farmers' behavior can be studied partially by direct observation of actual practices, but researchers can hardly avoid direct verbal interaction with farmers in attempts to understand their forms of reasoning and knowledge. [Efforts have been made in recent FSRE work, especially in France, to correlate external observation of actual practices with verbal interactions in order to construct a theory of the meaning of these practices from the farmer's perspective. Although the 'agronomist' approach concentrates mostly on the technical components of the farming system, it should also include an analysis of the farmer's knowledge, which calls for social science. With this more sophisticated approach, the agronomist's task is to assist farmers in their decisions, and not to define what these decisions should be (Sébillote 1987)].

As a result, most FSR practitioners have adopted the interpretationist paradigm, using the 'rationality hypothesis' as a central tenet in their analysis of individual action. This hypothesis can be formulated as follows. If X (individual) wants d (desire) and believes that a (action) is the most appropriate way to obtain d, then (all other things being equal), X does a. From the positivists' (behaviorists') point of view, desires cannot be measured experimentally unless the beliefs are known precisely, and vice versa. So the interpretation exercise remains subjective and its premises are not testable. For disciples of Popper, this 'unfalsifiability' disqualifies interpretationism as a scientific method. Indeed, this confirms the common view of social science held by 'natural' scientists—that it is not a science. There is no Nobel Prize for social science (nor for agronomy for that matter!).

However, a certain amount of predictability is possible in an interpretationist science. We should at least be able to obtain the same level of accuracy as 'folk psychology' does when it tells us, for example, that "the probability of an average American automobilist ignoring a red light is low." In fact, some 'descriptive' anthropologists consider that their goal is attained when they can achieve the same level of prediction of social behavior as the members of the cultural group they are studying. Their job is really to learn the roles in a given group, starting with the rules of meaning (the language) and including beliefs, desires, and social roles (Winch 1958).

In FSR programs, it was usually found that farmers' decisions could indeed be analyzed as a result of rational choices (although these choices were not always clearly stated by the farmers themselves) (Rhoades 1984). Evidently, this in itself is not proof of the validity of the theory, as there is always a danger of circular reasoning and ad hoc explanations. However, interestingly, it was observed that in many cases (perhaps the majority of cases studied), the reasons for adopting, or not, a new agricultural technology were of a technicoeconomic nature and, therefore, could be easily quantified (in contrast to strictly cultural reasons) and then directly translated into new questions for applied research. Many examples of this type can be found in the literature (Collinson 1983; Rhoades 1984). The fact that farmers' technical choices often refer to economic considerations rather than magical or religious ones could possibly be 'explained' (in a teleological sense) by the fact that successful agriculture is a basic material necessity for the survival of farmers and their cultures. Farmers' know how and methods are, therefore, essentially aimed at practical and economic results.

To summarize, the social component of FSRD is often criticized as being 'nonscientific', because it is based, not on statistics or measurable values, but on 'subjective' interpretations. The obvious answer is that the success of FSRD should be measured by its capacity to predict farmers' behavior successfully, for example, by predicting the success with farmers of newly introduced technologies, better than traditional agronomy. Unfortunately, I do not know of any systematic evaluation of this nature.

My impression is that FSRD is much better than traditional 'top-down' agronomical research at predicting the failure of 'unadapted' technologies (already a useful prediction in situations where millions of dollars are wasted in failure- doomed projects), but it has not been able to predict with very much precision which technology could be successful. This may partly be due to the fact that the 'ideal technology' is often not available, or requires in-depth basic research to be developed (a minimum of 10 years in the case of variety selection for new characters). Because in many cases, 'basic research' continues to be conducted in total isolation from the real world, FSRD teams alone cannot solve all problems. (Merrill-Sands 1992). It is also clear that the biological and socioeconomic complexities of a farming system often result in approximate predictions.

Research Action and Participatory Research

Another central question is the relevance of research action (R/A) methods to complex systems. Pragmatic experience has shown that (subjective) understanding of farming systems is attained much more rapidly when FSR is integrated in an R/A approach. For a long time, anthropologists and sociologists have observed that experimental modifications or disruption of the social systems that result from involuntary mistakes of the observer are often more revealing than long 'neutral' observations. In any case, 'purely neutral' observations are

of limited interest, if the meanings of actions are not explored; such exploration supposes interaction and integration of the observer with the different societies studied (Bryant 1985).

In the past, farming systems research methods have, in fact, involved very different levels of R/A and of farmer participation, ranging from simple integration of the farmers in the research study as research objects to, effectively, farmer-control of the research process (Pillot 1992; Ashby 1986). At one end of the spectrum, some long-term interdisciplinary research programs have used systemic approaches in order to model the rural reality. Returns to the farmers have in this case often been minimal, because the academic preoccupations were predominant (Bellon et al 1985).

Some agricultural research teams have also worked with a systemic approach, but quasi exclusively in station. Some information was collected from the farmers in order to identify 'from outside' the main characteristics of their 'traditional system'. Improved systems were then designed in the scientists' offices and tested under experimental conditions intended to mimic farmers' reality. After validation of the system, it was to be transferred back to the farmer by traditional extension methods. I consider that this type of 'FSR' has little chance of success (in terms of adoption of the systems designed ex nihilo by small farmers), simply because the complexity of actual farming systems are overlooked and cannot be understood by traditional inquiries. This was one of the criticisms leveled at the 'agroforestry research' conducted by the International Institute of Tropical Agriculture (IITA) in Nigeria. In fact, it is still fundamentally a 'top-down' approach. Increasing levels of farmer participation have been sought in programs, including 'on-farm' experimentation. In this type of research, the systematic formulation of hypotheses on the major limitations of production, followed by alternative technological introductions (on-farm trial), play an important role in systems understanding in a typical hypothetico-deductive (H-D) approach to complex systems. For example, the International Rice Research Institute (IRRI, Philippines) and the Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYIT, Mexico) achieved interesting results with this methodology, especially for the introduction of new varieties. However, this type of research is most useful in 'commodity research' (research centered on one crop), but tends to overlook other important aspects of farm production.

This bring us to the more interactive type of R/A, 'participatory research' (Chambers et al 1989). In this case, the research program is negotiated and controlled by the farmers. For example, the research team presents its initial diagnosis to the farmers involved, and expects to receive immediate feedback. Many methods of 'rapid rural appraisal' (RRA) use this approach (eg, Mondain-Monval 1993). However, it must be stressed that RRA should be considered as the initial phase of a long-term participatory research process, which will involve periodic revision of the initial diagnosis, and not as a miracle solution for reducing intervention costs. On the basis of this feedback, farmers' suggestions can be incorporated, new farmers consulted, etc. Logically, innovations are not limited to the technical field, but can also consist of 'social innovations', as, for example, the creation of a cooperative to improve rice marketing (De Reynal et al 1992). In order to facilitate and institutionalize the farmer—researcher link at regional level, but also to contribute to the 'empowerment' of farmers in their relations with research institutions, it has been suggested that the research team should work in priority with existing farmers' organizations. (Merrill-Sands, Collion 1993). The role of social scientists is clearly crucial in this type of approach, if communication is to be improved and 'social traps' avoided (eg, bias introduced by local leaders with political objectives).

Liu (1990) argues that R/A in social sciences is not only a powerful heuristic tool, but also provides the opportunity to confirm empirically the validity of the findings of research through 'real-life experimentations'.

This avoids the difficulty encountered in descriptive social science, where predictions can be made, but experimentation is generally impossible, and fortuitous observations are rarely sufficient to confirm the predictions, because "events do not obey researchers to confirm their predictions." These methods have been used by sociologists since 1946, particularly in modern industry and management studies (Mayo 1945; Emery, Thorsurd 1976).

The participatory approach greatly increases the level of involvement of the researcher in the community, but it aggravates the risk of subjectivity in the analysis of social facts. It raises the questions of publication and 'social property' of knowledge. As we are often dealing with conflicting and communicating groups, scientific knowledge can be used by certain groups against others, or can alter the scientist's relationship with his 'clients', and the long-term objectives of R/A. Ethical issues must be addressed in the everyday activities of R/A projects (O'Brien, Flora 1992).

This approach also breaks with the traditional view of a research program—at least from the points of view of research agencies and academics—in which researchers first define their subject and then narrow it progressively until relevant mechanisms can be analyzed. The participatory research agenda cannot be planned in advance, as it must be renegotiated periodically with the 'end users'.

Discussion

Today, who decides what is scientific? Mostly, scientists themselves—scientists review the papers submitted to scientific journals, attribute PhD diplomas, or select research for funding. As public funds have, historically, been directed largely towards natural, as opposed to social sciences, natural scientists, mostly from Anglo-Saxon culture, dominate the scene. Their supremacy is also due to the fact that basic sciences such as chemistry and physics have been rather successful, from the public's point of view, in predicting accurately specific events and generating new technologies. As a result, they are usually considered as 'paradigmatic' of science.

In order to answer the question—is FSRD scientific?—we should therefore first determine the 'standard view' of science held by natural scientists. I assume that this standard view is largely positivist, in that it considers pure science to be the source of human progress and 'applied science' to be an inferior form of science. It considers reductionism as the only valid heuristic strategy, and uses the H-D method to eliminate 'untestable hypothesis'. It is also based on empirical observations and on a neo-determinist view of nature, hence it considers social sciences as being 'hardly scientific'.

From this standard point of view, FSRD clearly does not appear as a rigorous scientific approach: Its aim is not knowledge as such, but action, it does not formulate 'general laws', it does not always provide causal explanations of the facts observed, and rejects strict reductionism. Its interpretation of farmers' behavior is based on 'subjective' values and not only on 'observable' facts.

However, the 'standard view' also excludes from the field of science, not only most social sciences, but also most biological research. We saw that natural sciences, and ecology in particular, do not always meet the standard view criteria. Similarly, because of Popper's requirement that genuine explanations should be constituted of empirically testable statements, interpretative social sciences are not considered scientific (Popper 1983). The central 'rationality hypothesis' itself is not testable.

The 'standard view' has been severely criticized and challenged by various relativistic schools of history and philosophy of science since the 1950s. Scientists and philosophers have denied that, even in physics (the paradigmatic science for positivists), it is possible to obtain independent confirmation (or testability) of particular hypothetical laws within a theory. (Duhem 1914; Quine 1961). Based on the observation of actual physics experiments, which are supposed to confirm a given hypothesis, they claim that a theory can only be confirmed 'holistically' because theoretical terms or entities are by themselves untestable, and, in practice, the H-D method always requires additional hypotheses.

If we adopt this view, we might admit that the 'rationality hypothesis' is an untestable theoretical law within a social science theory, just as "the existence of particles called electrons with a given mass and charge" is an untestable law in modern physics theory. We can also consider that untestable notions such as 'desire' in psychology are the equivalent of 'charge' in physics. It does not follow that theories are untestable. They can be tested and confirmed empirically by their predictive capacity in the observable world, and as wholes (Quine 1961). To recognize that the meaning of any concept is relative to a theory or a cultural linguistic background does not imply that we cannot learn to translate these meanings and to understand representatives of another school of culture. A good theory is simply one that predicts future observable events adequately and helps us to improve our control of the world.

With this utilitarian and relativistic view of science, there is some space for systemic applied sciences, and particularly for R/A. A good social science should help predict individual behavior and social phenomena. A good R/A program should achieve its technological or socioeconomic objectives better and faster than traditional 'top-down' approaches. Obviously, the progress of these 'second-order' sciences (Ravetz 1989) will take other forms than the progress of more 'basic' sciences, as complex objects are intrinsically less predictable and more difficult to analyze than apparently 'simple' objects.

With this broader utilitarian perspective of science, we are, however, faced with a new problem: What is the limit between a science and an art or professional expertise? If 'everything goes' as Feyerabend claims, we can legitimately speak of 'popular science' or 'traditional science'. If, however, we believe with Ravetz that there is a specific praxis associated with science in its common sense, we must define this praxis better. This is an open question, but I think that everybody would agree that science is characterized by at least a systematic effort to record direct observations, analyze them, and present the method and results in written form as objectively as possible so that they may be criticized, verified, and reinterpreted by other individuals sharing the same paradigm. In contrast, experts or professionals do not necessarily make the effort to present and analyze their own reasoning.

From this point of view, FSRD practitioners sometimes tend to fall in the 'expert rather than 'scientific' category. Often, they are more concerned by practical and immediate results (in terms of development) than by long-term results, and they do not publish sufficiently their methods and results. Generally, funding for FSRD has come mostly from development agencies, which are also more concerned with immediate results than with long-term scientific accumulation. On the other hand, research institutions and programs have been reluctant to support FSR, because its scientific status is debated, as we saw earlier. It appears to be a vicious circle. However, science history shows us that many new disciplines had to fight against rejection by the scientific establishment for many decades before they gained wide recognition. For example, even today, most universities do not yet recognize ecology as an autonomous discipline.

In conclusion, FSRD advocates should claim its scientific status within an utilitarian and relativistic epistemological perspective. Practitioners of FSRD can contribute to the development of this new discipline by adopting a rigorous, critical analysis of their own activity, and by systematically recording and communicating their initial hypotheses, findings, and predictions. They must also demonstrate that the FSRD approach is socially more efficient in addressing farmers', and particularly peasant farmers'; problems than the traditional top-down approach. In a world where the gap is growing between the rural poor in the South and a rich urban minority in the North, where environmental problems and population growth are becoming critical, this should be the strongest argument in favor of FSRD.

Acknowledgments

I would like to thank Robert Rhoades, Alain Capillon and I.P. Apedaile for their valuable comments and suggestions, and Carl Jordan, and my colleagues at GRET for their support while I prepared this paper.

References

Allen T, Star T. 1982. Hierarchy. Perspective for ecological complexity. Chicago, IL, USA: University of Chicago Press.

Ashby J. 1986. Methodology for the participation of small farmers in the design of on-farm trial. Agricultural Administration 22:1—9.

Bechtel W, Richardson R. 1993. Discovering complexity. Princeton, NJ, USA: Princeton University.

Bellon S, Mondain-Monval JP, Pillot D. 1985. Recherche développement et farming system research. A la quête de l'opérationnalité. Pages 46—483 *in* Systèmes de productions agricoles caraïbes et alternatives de développement. Pointe à Pitre, Guadeloupe: DAC/UAG.

Bloch Marc. 1966. French rural history: an essay on its basic characteristics. Berkeley, CA, USA: University of California Press.

Bryant CGA. 1985. Positivism in social theory and research. New York, USA: St Martins Press.

Boserup Ester. 1965. The conditions of agricultural growth: the economics of agrarian change under population pressure. Chicago, IL, USA: Aldine.

Chambers, Pacey RA, Thrupp IA (eds.). 1989. Farmers first: farmer innovation and agricultural research. London, UK: Intermediate Technology Publication.

Collinson MC. 1983. Farm management in peasant agriculture. Westview Press.

Collinson MC. 1988. The development of African farming system research: some personal views. Agricultural Administration 22:7—22.

Conway G.R. 1987. Agroecosystems analysis. Agricultural Administration 20:31—35.

De Reynal V, Percira T, Wambergue B. 1992. Les actions tests, éléments de l'intégration de la recherche et du développement. SACAD/DAC. Pointe-à-Pitre, Guadeloupe: Université Antilles-Guyanne.

Duhem P. 1914. La théorie physique: son objet, sa structure. Paris, France: M. Rivière.

Emery PE, Thorsud, E. 1976. Democracy at work: the report of the Norwegian industrial democracy program. Leydon, Norway: M. Nijhoff Press.

Feyerabend P. 1975. Against method. London: Thetford pub.

Hildebrandt PE. 1986. Perspectives on farming systems research and extension. Boulder, USA: Lynne Rienner.

Kuhn TS. 1977. The essential tension. Chicago, IL, USA: University of Chicago Press.

Levins R, Lewontin R. 1980. Dialectics and reductionism in ecology. Pages 107—137 *in* Conceptual issues in ecology (Saarinen E, ed.). Dordrecht: Reidel.

Liu M. 1990. Problèmes posés par l'administration de la preuve dans les sciences de l'homme. Revue internationale de systémique 4(2):267—294.

Mazoyer Marcel. 1986. Rapport de synthèse préliminaire du comité "dynamique des systèmes agraires". Paris, France: Ministère de la Recherche.

Mayo E. 1945. The social problems of an industrial civilization. Cambridge,USA: Harvard University Press.

Merrill Sands D, Collion MH. 1993. Making the farmers voice count: issues and opportunities for promoting farmer responsive research. Journal for Farming System Research-Extension 4(1): 139—161.

Mondain-Monval JF. 1993. Diagnostic rapide pour le développement agricole. Paris, France: Groupe de recherche et d'échanges technologiques (GRET).

O'Brien WE, Flora CB. 1992. Selling appropriate development vs selling out rural communities: empowerment and control in indigenous knowledge discourse. Agriculture and Human Values spring 1992:95—102.

Pillot D. 1992. Réflexions sur la diversité des approches systémiques du milieu rural. Presented at the Centro-American seminar on farming systems and agricultural development, 21—27 June 1992, Mexico.

Popper K. 1983. Realism and the aim of science. Rowman, NJ, USA: Intermediate Technology Publication.

Quine WVA. 1961. From a logical point of view. Cambridge, USA: Harvard University Press.

Ravetz Jerome. 1989. The merger of knowledge with power. Essays in critical science. London, UK: Mansell.

Rosemberg A. 1988. Philosophy of social science. Boulder, USA: Westview Press.

Rhoades RE. 1984. Breaking new ground: agricultural anthropology. Lima, Peru: International Potato Center.

Salmon WC. 1992. Scientific explanation. *In* Introduction to the philosophy of science. Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice Hall.

Schaffner KP. 1992. Philosophy of medicine. *In* Introduction to the philosophy of science. Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice Hall.

Sébillote M. 1987. Approaches of the on-farm agronomist: some methodological considerations. Haad Yai, Thailand: Prince of Songkla University.

Simon HA. 1981. The sciences of the artificial. Cambridge, MA, USA: Massachusetts Institute of Technology Press.

Wimsatt WC. 1980. Reductionist research strategies and their biases in the units of selection controversy. Pages 155—201 *in* Conceptual issues in ecology (Saarinen E, ed.). Dordrecht: Reidel.

Winch P. 1958. The idea of a social science. London, UK: Routledge and Kegan.

Stratégie pour un taureau

Recherche sur un développement adapté aux structures sociales de la montagne marocaine

Stitou Hamid[1]; Bourbouze Alain[2] ; Herzenni Abdallah[3]

1. Direction provinciale de l'agriculture, Khenifra, Maroc
2. CIHEAM, Institut agronomique méditérranéen, Montpellier, France
3. Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc

Résumé

Une recherche-action dans le Haut Atlas s'est attachée à suivre le déroulement d'une opération de développement qui vise à installer dans un village une station de monte collective. Les auteurs, après une présentation des systèmes d'élevage de la région et la justification de leurs choix techniques, analysent les causes des difficultés rencontrées en mettant en relief les réseaux relationnels entre groupes sociaux. La prise en compte de ces réseaux permet un réajustement de la stratégie d'intervention à chaque étape du projet : création d'un comité de gestion, création d'une commission d'achat, organisation d'une corvée, organisation d'un voyage d'étude, discussion du règlement intérieur.

Abstract

Srategy for a Bull. Research on Development Strategy Suited to the Social Structure in the Mountain Zone of Morocco

A development-oriented research project in the Upper Atlas region monitored a development operation involving the establishment of a collective breeding station in a village. The paper describes the local livestock production systems and explains the technical recommendations. Difficulties encountered during the project are explained in the light of the network of personal relations between social groups. At each stage the project strategy was adjusted to the characteristics of the network through, for example, the establishment of a management committee and a purchase commission, organization of an assignment or study tour, and discussion of internal regulations.

Introduction

Dans le cadre d'un projet de développement financé par une organisation non gouvernementale, et visant à promouvoir une gestion participative des terroirs de quelques villages de la moyenne montagne du Haut Atlas central, un certain nombre d'interventions ont été programmées : mise en place d'un groupement d'éleveurs utilisateurs de mélasse, installation d'une station de monte collective, cession de béliers améliorateurs, bétonnage de seguias, aménagement de sources, forage de puits...

La présente recherche porte sur la stratégie à adopter pour obtenir l'engagement réel des différents acteurs. Il s'agit par conséquent d'identifier chacun des groupes en présence (les lignages, les leaders, les représentants officiels, les services techniques, l'élu, l'instituteur...) et d'analyser les résistances et les conflits sous-jacents pour définir la meilleure ligne de conduite à tenir avant et pendant le démarrage de l'action. Nous nous sommes limités ici à l'analyse détaillée d'une seule action : l'installation d'une station de monte collective pour les bovins d'un village.

On sait que l'adoption d'une technologie nouvelle n'est ni le résultat d'une diffusion naturelle, ni le simple produit d'une logique technico-économique (Darré *et al.*, 1989). A l'évidence, une action, aussi bien ciblée et intentionnée soit-elle, rencontre des intérêts divergents et n'est finalement adoptée qu'après un processus plus ou moins long de négociation. C'est ce processus que nous avons voulu analyser en accompagnant la mise en œuvre de cette opération de développement par une recherche sociale appliquée qui puisse mettre en relief les enjeux et les interactions révélés et générés par le démarrage de l'action elle-même. Nous nous sommes ensuite interrogés sur la manière de prendre en compte cette complexité sociale qui se découvrait à nous, afin de faciliter les négociations et aider à la prise de décision collective.

Nous nous attacherons par conséquent, après un rapide point méthodologique et une présentation succincte de la région et du cadre social propre aux villages concernés, à justifier le choix de l'action proposée selon la stratégie initialement prévue.

Nous identifierons ensuite les différentes contraintes qui ont fait obstacle au bon déroulement de cette action et nous en analyserons les causes à travers un examen précis des réseaux relationnels entre les villageois.

Méthode d'étude

L'un de nous — Stitou — a séjourné en permanence dans les villages pendant tout le temps de cette opération, en tenant le rôle d'opérateur du développement et de négociateur pour tout ce qui touchait à l'élevage.

Il disposait d'un canevas détaillé pour mettre en œuvre chacune des actions selon un planning et sur des bases économiques précises (Bourbouze, 1993), mais sujettes à révision selon le déroulement des événements. Il a bien sûr participé à la vie active des villageois et aux différentes cérémonies (funérailles, fête votive, fantasia...), pour mieux s'intégrer.

L'ensemble des informations recueillies était consigné le soir dans un cahier-journal. La technique d'identification des réseaux relationnels s'est appuyée sur l'établissement de listes nominatives et l'observation des relations entre individus aux différents moments de la vie du village.

Nous avons adopté sous une forme simplifiée les méthodes d'analyse des réseaux sociaux décrites par Darré (1988), qui consistent à repérer les réseaux de dialogue par l'établissement de matrices qui relèvent la configuration des groupes dans les différents lieux où les villageois s'expriment : l'épicerie, la mosquée, les réunions organisées, la fantasia, le souk, etc.

Compte tenu de l'action engagée et en réaction à la présence de l'"animateur-négociateur", nous nous sommes ensuite interrogés sur le mode de transmission de l'information, tantôt par effet de continuité géographique, tantôt par l'effet de la multiappartenance de certains membres du groupe, afin de construire les réseaux, sous-réseaux et grappes et établir les liens qui s'instaurent, en référence à la méthode citée.

Traits généraux de la région et justification de l'action entreprise

La région étudiée est située dans les premiers massifs du piémont du Haut Atlas central, entre 1 000 et 1 200 m d'altitude, et soumise à un climat de type méditerranéen semi-aride à l'hiver tempéré. Les précipitations, très variables d'une année sur l'autre, sont en moyenne de 350 mm par an (Boulamnazel, 1993).

Le village d'Abaynou qui accueille le projet de développement fait partie de la fraction des Aït Nous Jbel de la commune de Tanant. Cette fraction, forte d'environ 5 000 habitants, est administrée par un sheikh, secondé dans sa tâche par des moqqadems (un par village), qui représentent l'autorité civile. Issu des élections, le conseil communal est constitué d'un certain nombre de membres. Ainsi le village d'Abaynou, qui regroupe plusieurs hameaux, est à ce titre représenté par un élu qui joue, on le verra, un rôle important.

Mais si les habitants se reconnaissent dans cette administration moderne, ils revendiquent également leur appartenance à la fraction des Aït Nous Jbel, et, à un niveau inférieur, à des clans et des lignages qui ont encore un sens pour tout ce qui touche au partage de l'espace collectif, à la gestion quotidienne des villages, et pour certaines pratiques agricoles.

Les systèmes agricoles de cette région peuvent être qualifiés d'agrosylvopastoraux tant ils combinent étroitement l'exploitation du terroir cultivé et de l'espace pastoral et forestier. Le terroir cultivé en sec est très largement dominé par les cultures de l'orge et de l'amandier menées sur un mode assez extensif (peu d'intrants par hectare, peu d'investissements fonciers, faible productivité). Un petit périmètre irrigué de 3 ha est consacré, à Abaynou, au maraîchage et aux oliviers.

Les troupeaux bovins, ovins, caprins et équidés utilisent les ressources combinées de cet espace agricole et de l'espace sylvopastoral :

- bovins et équidés sont attachés assez étroitement aux ressources de l'exploitation agricole et profitent d'apports tirés de la forêt (chêne vert) sans trop la pâturer directement ; ils sont présents dans la presque totalité des exploitations ;
- ovins et caprins sont par contre moins bien distribués ; beaucoup plus dépendants des ressources pastorales hors exploitation, ils exigent de ce fait une main-d'œuvre complémentaire plus ou moins spécialisée selon la taille des troupeaux (bergers adultes pour les grands troupeaux, enfants ou personnes âgées pour les plus petits...).

Exploités en tout petits troupeaux d'une à deux vaches et leur suite, les bovins sont polyfonctionnels : capital, travail animal pour le labour au moins chez les exploitants les plus pauvres, production de lait autoconsommée au printemps, vente des veaux, production de fumier. Relevons cependant deux problèmes clés :

- leur état est très médiocre et ils souffrent de la sécheresse, malgré les apports en chêne vert et les produits achetés (paille, pulpe) ;
- la vente des mâles jugés inutiles en périodes difficiles se traduit par un manque cruel de taureaux de monte. Beaucoup de vaches ne sont pas saillies. La gestion des taureaux est un problème permanent pour la conduite de ces micro-troupeaux, c'est un fait bien connu dans ces régions difficiles au Maroc.

Pour pallier ce problème, la proposition la plus couramment suggérée est la création d'une station de monte installée dans le périmètre du Centre de travaux (CT), antenne administrative des services de vulgarisation agricole. L'expérience a montré que, dans la majorité des cas, les taureaux "de l'Etat" sont sous-utilisés : contraintes administratives, animaux en médiocre état, éloignement de la station et méfiance vis-à-vis des services officiels sont les causes essentielles d'échec.

L'idée était par conséquent de dessaisir les services techniques de cette fonction qu'ils assurent mal, en mettant à la disposition des éleveurs un taureau amélioré, géré par eux. Il était proposé de respecter la procédure suivante :

- une discussion serait amorcée avec les éleveurs sur le mode de fonctionnement de la station ; une formule — testée par ailleurs — leur serait proposée : taureau nourri à tour de rôle (nouba) au prorata du nombre de vaches (1 vache = 1 jour de nourriture) ; chaque saillie serait payée 5 DH au gardien qui aurait plusieurs tâches (surveillance, aide à la saillie, vérification du tour de rôle...) ;
- après accord, il serait suggéré d'organiser un voyage d'étude pour quelques représentants du village afin qu'ils

visitent une organisation de ce type qui fonctionne dans une vallée proche, puis de mettre en œuvre la construction d'un local (avec l'aide du projet qui engagerait un maçon). Enfin l'achat du taureau se ferait aux frais du projet, à charge aux éleveurs d'en assurer le renouvellement après 3 ou 4 ans d'utilisation.

Le déroulement

L'action, commencée en mai 1993, a été longuement négociée jusqu'en juillet, date de l'arrivée du taureau (28/7), suivie en août du démarrage de la construction de l'étable, terminée en novembre. De nombreuses difficultés ont jalonné ce parcours, mais chaque problème soumis à discussion a pu trouver sa solution et permettre en parallèle à l'opérateur d'avoir une bien meilleure perception des réseaux relationnels propres à ce village.

On retiendra de l'analyse du tableau I plusieurs éléments. D'abord l'extrême méfiance dont ont fait preuve les habitants dans les premiers temps (refus de dialogue, refus de réunion, quasi-fuite à la sortie de la mosquée du vendredi...). Echaudés par quelques initiatives malheureuses de l'administration, les éleveurs montraient un scepticisme absolu pour l'action proposée. Le voyage de démonstration a eu des effets spectaculaires mais n'a pas empêché, pour autant, les jeux d'influence pour décider des modalités de l'action dont certaines ont exigé de longues négociations (lieu d'implantation de l'étable collective, commission d'achat du taureau, choix du gardien). Il a par ailleurs fallu attendre que le taureau arrive pour que des débats sérieux sur l'organisation de la station prennent corps.

Les villageois ont su, après quelques péripéties et beaucoup de patience de la part de l'animateur, concevoir une organisation collective véritablement efficace autour d'un règlement interne patiemment élaboré, prévoyant un comité de gestion (6 personnes), un mode de financement du gardien (2 625 DH par an, soit 6 DH par éleveur et par semaine, versés le jour du souk), l'organisation d'une corvée pour aider à la construction de l'étable et son financement (10 DH par éleveur pour l'achat des pierres), qui fut le fruit de longues négociations, enfin le système de "nouba" pour l'alimentation du troupeau (13 kg d'orge et un sac de paille par vache inscrite, collectés après le battage). L'"izmaz" — c'est-à-dire un repas obligatoire offert à 6 ou 8 personnes — est la sanction locale infligée à toute personne ne respectant pas le règlement. La phase la plus délicate fut la construction de l'étable. Le consensus ne s'étant pas fait sur le choix de son emplacement, chaque clan la voulant sur son terroir, c'est finalement sur un site neutre (un lieu saint de l'"agouram") que la construction a péniblement démarré.

La crainte de voir l'élu s'accaparer le taureau placé temporairement chez lui, la méfiance réciproque sur le choix d'un futur gardien, la lenteur de la collecte pour l'alimentation du taureau ont perturbé la corvée, et il a fallu près de 4 mois pour mener l'opération à son terme.

La lutte entre clans a donc fortement marqué cet épisode. Sur le plan financier, l'opération s'est soldée par une dé-

Tableau I. La stratégie adoptée.

Période	Contraintes successives	Réponses apportées	Conséquences pratiques
Mai	• Fuite et désintérêt total des villageois	• Tournée sur la zone • Réunions informelles • Explication aux leaders • Concurrence avec village voisin	• Identification des 4 leaders et des 3 clans
Juin	• Rejet de la formule de station de monte collective *("on ne peut pas s'entendre")*	• Lancement de l'opération "béliers" pour diversion • Organisation voyage d'étude à Azzaden	• Ouverture d'un vrai débat • Gain de confiance • Colportage de fausses rumeurs
Juin	• Mésententes entre clans • Indisponibilité en temps (moisson) et difficulté de réunion	• Constitution d'un comité de gestion	• Etablissement de listes des éleveurs (54)
Juillet	• Signature du contrat et problème d'achat du taureau • Elaboration du règlement	• Réunions fréquentes du comité • Choix d'une commission d'achat (2 éleveurs)	• Repérage de la complexité des réseaux • Achat du taureau • Premières saillies
Août	• Mésentente pour la construction de l'étable et le choix de l'emplacement • Contestation sur les capacités du comité de gestion à agir	• Organisation "nouba" • Achat des matériaux • Choix d'un lieu neutre	• Lent démarrage • "Nouba" perturbée
Septembre	• Oppositon des Aït Aghbalou • Manque de confiance et modifications de la liste des adhérents	• Accord sur les règles de fonctionnement de la station de monte	• Reprise de la "nouba" par les jeunes d'Aït Aghbalou • "Nouba" des Ibayâane et des Aït Haddou
Octobre	• Absence de consensus pour le choix d'un gardien et défiance	• L'élu accepte contre remboursement de garder et nourrir provisoirement le taureau	• Retrait de 19 éleveurs du groupe peu concerné
Novembre	• Contestations sur le règlement	• Fixation des tarifs (saillie, gardien) • Pose de la toiture • Précision sur l'izmaz • Construction magasin de stockage aliment	• 22 saillies fécondantes • 35 éleveurs impliqués

pense de 15 300 DH pour le projet et de 7 500 DH pour les éleveurs (33 % du total).

Analyse des contraintes et identification des réseaux

Il était important pour l'animateur d'identifier les causes des difficultés qu'il rencontrait. Refus de dialogue, oppositions, volte-face révélaient une agitation sociale inattendue et inhabituelle dans un tel village. Il fallait donc analyser et comprendre les comportements de chacun pour savoir en tirer parti dans le cadre de l'action entreprise.

Les structures sociales dans le village d'Abaynou

Le village est partagé en trois zones d'habitat distinctes correspondant à des sous-fractions, elles-mêmes constituées de différents clans et lignages.

Chaque hameau possède sa propre mosquée et son "taleb" (maître coranique), mais la prière du vendredi est dite à Aït Aghbalou pour l'ensemble des fidèles. C'est par ailleurs collectivement que les habitants des trois hameaux se rendent dans les différents "moussem", ou fête votive, auprès des marabouts voisins.

Il y a pour ce village un seul moqqadem et un seul élu. Il existe donc une unité villageoise, mais l'hétérogénéité du peuplement, caractérisé par quatre origines différentes et que traduit la relative complexité de l'organisation clanique et lignagère, marque cette société locale.

Les leaders et les réseaux

L'analyse de la manière dont les groupes se forment à différents moment de la vie du village, les lieux où les gens s'assemblent pour discuter, les antagonismes entre clans qui sont apparus autour de nos propositions, les prises de position des uns et des autres... tout fut prétexte pour identifier les réseaux. Une difficulté provient des patronymes des personnes qui se présentent sous leur nom officiel mais se nomment entre elles par des sobriquets pas toujours décodables.

Les lieux de réunion sont très marqués : l'épicerie de l'ex-élu pour les Aït Aghbalou, la maison de l'élu pour les Ibayâane. Certaines situations importantes permettent de mieux comprendre les interactions entre groupes : la sortie de la mosquée le vendredi, le souk le dimanche, le moussem (fête votive) avec notamment la pratique de la fantasia, et plus encore les réunions relatives au projet.

La figure 1 s'efforce de restituer les liaisons principales telles qu'elles sont apparues après analyse à l'animateur chargé des négociations. Sans doute son-elles simplifiées à l'extrême et sujettes à variation, mais c'est sur cette base que les négociations ont été conduites, au moins dans un deuxième temps.

Quatre personnages sont de tous les débats : l'élu du clan Ibâayane, l'ex-élu des Aït Aghbalou, le moqqadem des Aït Haddou et l'instituteur. Chacun de ces leaders est au centre d'un petit réseau de personnes liées entre elles par le sang (frère, oncle... notamment autour de l'élu), par amitié (le groupe des jeunes autour de T0, ou autour du "raïs", animateur du groupe musical...), par la pratique d'une même activité (la fantasia, comme entre le moqqadem et M1 ou F6 et F21), par des liens de dépendance économique (entre l'élu et F18, son "homme de main", ou entre l'ex-élu et L13...) ou simplement par intérêt de pure circonstance.

Mais les réseaux ne sont pas repliés sur eux-mêmes et communiquent entre eux au travers d'individus "relais" qui jouent ainsi un rôle essentiel, par exemple entre le moqqadem et F10 (liés par une même passion, la fantasia), entre le frère de l'élu (F4) et L2 (son oncle par alliance), entre M3 (gros agriculteur) et L13 (ouvrier agricole chez M3). D'autres individus comme K0 ou K2 sont de "grands communicateurs" jouant les bons offices. L'instituteur, très intéressé par le projet, étroitement lié à l'élu (il loge chez lui gratuitement, il s'est marié grâce à son intercession), communique avec tout le monde. D'autres enfin, tel S0 (qu'on qualifie d'"étranger" car il n'est pas originaire du village), se tournent vers l'un ou l'autre clan selon les opportunités.

Redéfinition d'une stratégie

La prise en compte de cette connaissance des réseaux de dialogue dans la redéfinition d'une stratégie n'est cependant pas évidente à mettre en pratique. Nous nous sommes bornés, en toute modestie, à appliquer quelques principes pour associer les uns et les autres à l'action et maîtriser autant que faire se peut les luttes d'influence entre lignages :

- impliquer systématiquement les quatre réseaux : l'élu, l'ex-élu, le moqqadem et l'instituteur (ce dernier s'est révélé par la suite moins essentiel que nous l'avions pensé) ;
- faire appel aux individus-relais pour mieux faire passer l'information (K0, F10, F4, T0, K2) ;
- s'appuyer sur les éléments les plus motivés par le projet pour relancer l'activité en cas de blocage : le groupe des jeunes autour de T0, l'élu et sa vaste famille.

La traduction pratique de ces quelques règles s'est exprimée à différents niveaux :

- si les réunions informelles des premiers temps se sont déroulées dans chacun des clans (en fait dans chacun des hameaux), par la suite nous nous sommes efforcés de convaincre chacun des quatre leaders ;

Tableau II. Clans et lignages.

Hameau (sous-fraction)	Clans	Lignages	Nombre de foyers	Caractéristiques principales
Aït Aghbalou	Aït Saïd	3 lignages	15	Hameau principal
	Aït Bzou	1 lignage	12	(source)
	Aït Moh	2 lignages	11	Résidence de l'ex-élu
	Aït Hmida	1 lignage	18	
Ibayâane	Ibayâane	4 lignages	49	Hameau de commerçants et de l'élu
Aït Haddou	Aït Haddou	4 lignages	26	Hameau sur les marges Résidence du moqqadem

F4, frère de l'élu, relais important avec L2, son parent

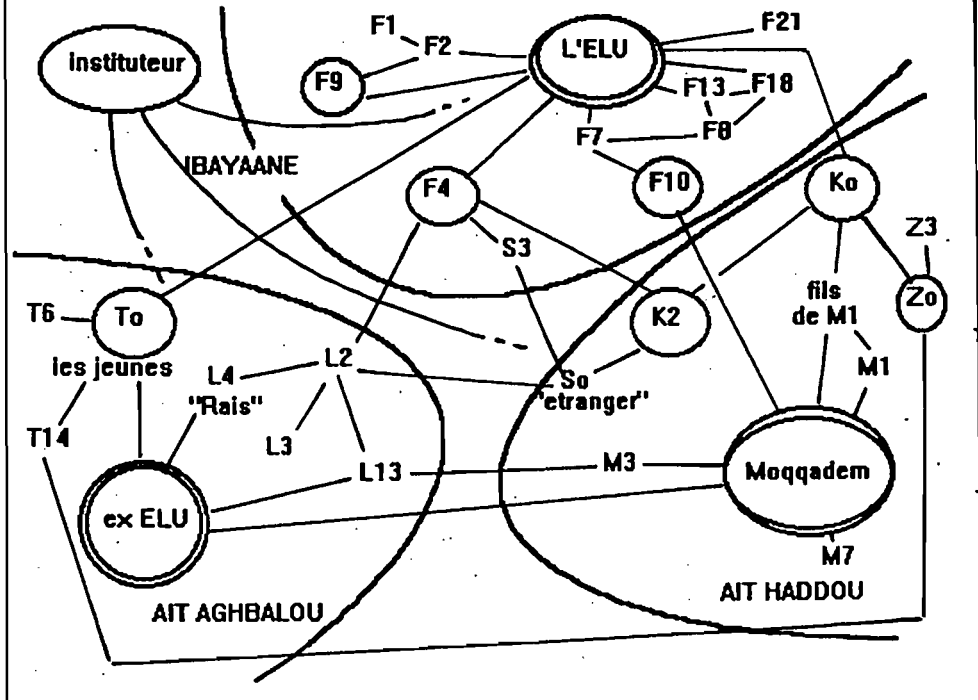
F21, F13, frères de l'élu, commerce d'animaux de trait

F7, jeune agriculteur actif

F10, très ami de F7, relais vers moqqadem, compagnon de fantasia

F9, animateur de ce groupe

S3, gendre de F4.



M1, oncle et beau-père du moqqadem

KO, modeste tailleur de pierres; grand communicateur

K2, ami de KO, relais important avec F4

M3, paysan aisé ami du moqqadem

TO, jeune agriculteur aisé, prête à ses amis, leader de ce sous-groupe

T14, parent de ZO très actif, impliqué dans le projet (motopompe)

L3, riche voisin de L2

L13, salarié agricole de M3

L4, le Rais (animateur musical..)

L2, pension militaire, apparenté à L13

Figure 1. Réseaux relationnels à Abaynou.

– le voyage de démonstration à l'Azzaden fut organisé dans un climat de défiance, notamment de la part des Aït Aghbalou (ex-élu) qui voyaient d'un très mauvais œil le clan de l'élu adhérer au projet (la veille du départ, l'ex-élu et TO — leader du groupe des jeunes — se désistèrent) ; finalement le voyage se fit avec T14 (un jeune dynamique d'Aït Aghbalou), l'élu et F9, ami de l'élu (Ibayâane), M1 l'oncle du moqqadem et SO (pont efficace avec les autres clans ; KO eut été également indispensable mais n'était pas à l'époque bien identifié), l'instituteur et l'animateur ;
– l'opération d'achat du taureau fut montée grâce à T14, T6 et T3 du groupe des jeunes et l'élu ; pour l'achat au souk, le choix s'est porté sur l'élu accompagné de l'instituteur et de l'animateur ;
– le comité de gestion et de suivi s'est partagé équitablement entre Aït Aghbalou (T14 et T6), Ibayâane (l'élu et F2) et Aït Haddou (M1 et Z3) ;
– l'opération de construction de l'étable à laquelle tous les éleveurs inscrits devaient participer (nouba) achoppa longtemps sur la résistance des Aït Aghbalou qui se disaient d'accord sur le principe mais ne voulaient pas commencer le travail. Chacun attendit l'autre, jusqu'à ce que le groupe des jeunes (TO, T6, T14) entraîne l'ensemble du groupe.

Ainsi, au fil de l'avancement de cette "opération taureau", est apparu un réseau opérationnel sur lequel l'animateur pouvait s'appuyer pour mobiliser l'ensemble du groupe. Autour du moqqadem, SO, KO et ZO sont les personnes-relais qui assurent la liaison avec les autres clans.

Autour de l'élu, son frère (F4) et F10, très ami du moqqadem, jouent un rôle efficace. Enfin l'ex-élu se tient régulièrement informé par le groupe des jeunes T6 et T14. Ce dernier notamment est très motivé par l'opération.

Conclusion

Ce texte, écrit quinze mois après le début de l'action, ne prétend pas, compte tenu du recul insuffisant, porter un jugement définitif sur le bien-fondé de la stratégie adoptée. Plusieurs enseignements peuvent cependant être tirés.

Les discussions précédant l'action avaient souligné la grande méfiance des paysans vis-à-vis de ce projet qu'ils n'avaient pas explicitement souhaité. La demande — car il y en a une — restait évasive, formulée autour des problèmes liés aux conditions de vie (piste, école, santé), mais ne portait en aucun cas sur les problèmes agronomiques, pourtant bien réels. Du point de vue des intéressés, les idées que nous avancions visant à renforcer leur participation rencontraient un très fort scepticisme ("on ne peut pas s'entendre entre nous...").

On est loin de situations idylliques, où les réunions paysannes dans un environnement démocratique permettent l'expression claire des besoins et l'émergence de solutions. Notre souci de convaincre les acteurs-cibles du développement peut surprendre, mais il semble bien qu'il ne faille pas faire preuve de trop d'angélisme sur la forte capacité des populations montagnardes traditionnelles à s'organiser autour de projets collectifs. Certes, dans le cadre de ce programme, des opérations menées dans d'autres villages (mise à disposition de mélasse et organisation de la distribution, se sont déroulées sans accroc, grâce à la persistance d'un groupe dominant assimilé à la "Jmaa"[1] . A Abaynou, la Jmaa est une "coquille vide". Les luttes de clans, sans doute exacerbées par les nouveaux enjeux politiques et le rôle de l'élu face au moqqadem, interdisent le recours à cette institution. Il faut donc savoir organiser les discussions et engager les négociations collectivement pour pallier cette absence. La création d'un comité de gestion est à cet effet indispensable.

Un autre enseignement porte sur le temps des négociations. Une phase de maturation est indispensable au cours de laquelle l'animateur ne devrait pas trop s'impliquer, si ce n'est pour comprendre à distance les comportements de chacun. Vient ensuite le temps des décisions. Il est incontestable que, dans notre cas, la démonstration apportée par le voyage d'étude a été décisive et a permis aux participants de mieux discuter entre eux d'un projet devenu concret. Fondamentalement, les paysans ne nous faisaient pas confiance, malgré la courtoisie et l'hospitalité dont ils faisaient preuve. Les discussions avec les éleveurs de l'Azzaden, l'évidente réussite de la formule de leur station de monte collective ont totalement changé leur point de vue et leur comportement à notre égard (l'un d'eux déclarera à l'animateur : *"franchement on a honte de nous-mêmes devant ces gens"*).

Il ne faut pas méconnaître la complexité de l'opération derrière la simplicité de façade (un taureau mis en pension !). La précision du règlement péniblement élaboré souligne bien les enjeux et les obstacles qu'il faut franchir. Car un règlement bien fait suppose un comité de gestion, la mise en place d'une caisse commune, le choix d'un gardien; la fixation de normes (prix de la saillie, paiement du gardien), l'organisation de corvées (étable), des sanctions (l'izmaz), un mode de paiement adapté aux capacités financières (paiement du gardien chaque semaine le jour du souk, apport d'orge et de paille juste après la moisson pour constituer le stock alimentaire du taureau).

Cette analyse des réseaux pour mieux asseoir une stratégie est donc une étape obligatoire. Faut-il pour autant faire un vrai travail de sociologue ? Notre point de vue est qu'il faut surtout ne pas méconnaître et sous-estimer cette complexité sociale, sans pour autant vouloir en comprendre tous les ressorts cachés, et n'en retenir que ce qui est nécessaire à l'action.

Références bibliographiques

Boulamnazel A., 1993. Gestion des ressources naturelles et exploitation agricole. Thèse 3° cycle, IAV Hassan II, Rabat, Maroc, 140 p.

Bourbouze A., 1993. Diagnostic rapide du système d'élevage et propositions d'actions. Rabat, Maroc, projet TANANT, DSH•IAV Hassan II, 30 p.

Darré J.P., 1988. L'analyse des réseaux de dialogue entre agriculteurs, questions de méthode. *Cahiers du GERDAL*, 12.

Darré J.P., Le Guen R., Lemery B., 1989. Changement technique et structure professionnelle locale en agriculture. Economie rurale, 192-193 : 115-122.

1. La Jmaa est l'institution politique traditionnelle de base du village, qui rassemble les principaux chefs de famille. Les décisions y sont prises à l'unanimité mais ne portent plus que sur quelques aspects de la vie sociale villageoise : ouverture des mises en défens, départ vers le marabout, gestion de la mosquée...

Contribution of Different Evaluation Methods to the Understanding of Farmers' Decisions on Adoption and Adaptations of Innovations

Experiences from the Development of a Conservation Tillage System in southern Zimbabwe

Chuma Edward

Agricultural Technical and Extension Services (AGRITEX)/Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) Conservation Tillage Project, Box 790, Masvingo, Zimbabwe

Abstract

To contribute towards a solution to the land management crisis and to that of poor adoption of technologies developed in research stations, a conservation tillage system called no-till tied ridging is being tested and developed in adaptive on-farm trials based on farmer participatory research. Methods that consider technical performance of the tillage system, the socioeconomic environment, farmers' perceptions, and farmers' adaptations to the technique were applied. Using the results, this paper analyzes the contribution of different evaluation methods to the understanding of the impact and the potential for adoption of the technique. It concludes that the method of informal interviews and observations is most revealing. It is recommended that the method is applied more frequently and that both extension staff and farmers are trained in its application.

Résumé

Pour contribuer à résoudre la crise de l'aménagement du terroir et le problème de la faible adoption des technologies développées en station de recherche, on a testé une méthode de labour en billon avec des paysans. La recherche est basée sur des essais adaptatifs en milieu paysan avec une approche de recherche participative. On a appliqué des méthodes qui prennent en compte la performance technique, l'environnement socio-économique, la perception des paysans et les adaptations que les paysans ont appliquées à la technique proposée par les chercheurs. Basé sur les résultats, l'article analyse les contributions des différentes méthodes d'évaluation à la compréhension des impacts de la technique et de son potentiel d'adoption par les paysans. L'article conclut que les interviews et les observations informelles ont donné les informations les plus révélatrices. Il est recommandé d'appliquer ces méthodes pour la formation des vulgarisateurs et des paysans.

Introduction

In response to the problem of rampant soil erosion, which is estimated to cost Zimbabwe about US$45/ha (at 1988 prices and rates) (Elwell, Stocking 1988), and the poor adoption of on-station developed technologies, a collaborative project between Agricultural Technical and Extension Services (AGRITEX, Zimbabwe) and the Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ) initiated in 1990 an adaptive on-farm trial program based on farmer participatory research (Farrington 1988).

The prime objective of this program is to assess the feasibility of conservation tillage systems under farmers' management, and to develop and adapt them to the smallholder farming system.

A conservation tillage system called no-till tied ridging (NTTR) (Elwell, Norton 1988) was the first treatment to be tested and developed on-farm. NTTR is a basin tillage system of semi-permanent ridges cross tied at 1–2 m intervals. It has been evaluated on-station for the past five years. Results indicate minimal soil losses and runoff (Vogel 1992). The system addresses water harvesting, which is one of the major felt needs of farmers in the semi-arid regions. A systems approach that considers the technical performance of the tillage system, the socioeconomic environment, farmers' perceptions, and farmers' adaptation to the technique has been applied to evaluate the feasibility of the system in the present farming system in seven communal areas of Zimbabwe.

Evaluation of NTTR is viewed as an entry point for developing an approach for research and technology development based on a farming systems perspective and farmer participatory experimentation principles. It was realized that it is necessary to develop trust between farmers and researchers and to build farmers' confidence and capacity for developing solutions through small-scale experimentation. The entry point for experimentation was a tillage system with known potential for solving one of the most important felt needs of the farmers. A procedure

involving an external entry point was essential due to the present extension approach, which is rigidly top down and views small-scale agriculture as fragmented, independent disciplines (Madondo 1993). To overcome these problems, extension workers were involved in the participatory process from the beginning.

This paper is based on experiences gained in two of the four communal areas in the semi-arid conditions of southern Zimbabwe. A total of 17 households in the two communal areas are participating in the adaptive trial program—farmers are involved from trial design to evaluation (Hagmann 1992). Ten of the trial sites are on well-drained coarse sands derived from granite including less than 10% clay, and seven are on wetlands that are periodically waterlogged.

Methods that initiate and catalyze farmer participation have been applied (Hagmann 1993), the most significant being the organization of farmer workshops (Hagmann et al 1992) based on the 'training for transformation' approach (Hope, Timmel 1984). 'Training for transformation' is a participatory community-development approach based on Freire's philosophy of learning from experience that encourages sharing of ideas (Freire 1973).

The objectives of this study are to review and analyze the contribution of four evaluation methods to the understanding of the factors that influence farmers' decisions on adoption and adaptation of innovations, and to evaluate the farmer participatory research approach. The evaluation methods applied include formal surveys, informal interviews and observations, farmer evaluations, and technical measurements.

Methodology

Formal Surveys

Socioeconomic surveys

To evaluate the socioeconomic environment of farmers testing the NTTR system, a socioeconomic household survey was conducted. Structured interviews were carried out with a purposive sample of all farmers participating in adaptive trials, and 25 of their neighbors. One member of each household was interviewed once. Questions covered the following topics: structure and composition, farming practices, resources, major crops, attitudes to innovation, major cropping constraints, and solutions perceived by the respondents. The gender analytical framework (Overholt 1985), which analyzes the roles of men and women at household level and in society, was applied to the data. Households were classified as male, *de facto* female, and *de jure* female.

Adoption/adaptation survey

Two seasons after trials were initiated, a structured survey on adaptation to the system and system adoption was carried out to evaluate the attitudes of farmers testing NTTR. The main objectives were to evaluate whether farmers had implemented the system as suggested or whether they had modified it and, if so, to assess the modifications. One member from each household responded to questions intended to reveal the operations that were carried out, the type of implements used, problems encountered in implementation, and the type of modifications they experimented with.

Informal Interviews and Observations

Farmers were visited at least once a week by the research officer and twice a week by the research assistant for a period of three years. During visits, observations were made on implementation and adaptation of the NTTR. Informal interviews were carried out to determine the reasons for adaptations and problems encountered in implementation and to gain an understanding of the farmers' social environment. As a checklist, data collected in informal interviews were classified into topics related to the farming system and the social environment—farming activities, comments on the technology/trial site, farm economics, ecological aspects, social and cultural/traditional aspects, political aspects, and family history. The interviews took the form of conversations, and the information was classified and recorded according to topic. Dialog rather than question and answer sessions was encouraged. This often covered topics unrelated to farming, but nevertheless important for decision making. Nonverbal aspects of communication were interpreted to reveal the concerns and reservations that farmers had not expressed in their responses. Information on sensitive matters was obtained by asking indirect questions. Except in cases involving specific determinations, interviews and observations were recorded mentally and transferred to a notebook soon after leaving the farmer.

Farmer Evaluation Tours

In the middle of the growing season, all trial farmers and extension workers visited all trial fields as a group. At each site, the owner of the field explained to the group how the trials had been implemented, and what problems had been encountered and how they had been solved. The farmer also evaluated the NTTR system by comparison with the conventional tillage system and attempted to describe crop performance for each of the two treatments. The role of the researchers was to act as facilitators, and emphasis was placed on the sharing of experiences from farmer to farmer according to 'training for transformation' principles (Hope, Timmel 1984). The evaluation tours were also viewed as opportunities for the extension agents to learn and participate in the elaboration of this approach to research-/technology development.

Technical Measurements

The NTTR system was evaluated against conventional tillage in a simple paired experiment. The trials were farmer managed and implemented. Only one conservation tillage treatment was compared with conventional tillage. The two treatments were placed side by side in one field, with the ridged plot up-slope. Comparison was based on 5 m x 5 m check plot pairs laid side by side (Figure 1).

Crop establishment, soil moisture, penetration resistance, and yield were assessed. To assess crop establishment, the

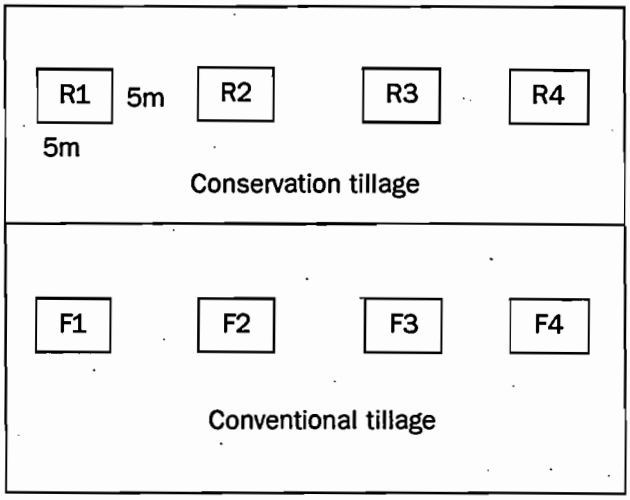


Figure 1. *Arrangement of check plot pairs used to compare conservation tillage with conventional tillage, Zimbabwe.*

emergence ratio was measured two weeks after planting; the emergence was explained with reference to records of planting procedures, and, particularly, the method of seed covering.

To determine soil moisture, gravimetric moisture samples were collected every fortnight using a split auger. Penetration resistance was assessed using the Bush automatic recording penetrometer (Anderson et al 1980).

The yield was assessed from 5 m x 5 m check plots (Figure 1). Grain yield, total dry matter, prolificacy, and grain per cob were assessed. The grain yield was reported at 12.5% moisture and total dry matter at 0% moisture.

Results and Discussion

The adoption of innovations depends on the farmer's socioeconomic and natural environment (farmer circumstances) and on the performance of the innovation. Farmer circumstances are either internal (over which farmers have some control) or external (over which farmers have little or no control) (Agricultural Technical and Extension Services 1993). An innovation that is compatible with or affects farmer circumstances positively is likely to be adopted. Farmers adopt technologies to solve their problems or to meet certain objectives (Doppler 1989). The relationships between farmer circumstances and the farming system are shown in Figure 2.

An evaluation of the socioeconomic environment of farmers participating in adaptive NTTR trials and of

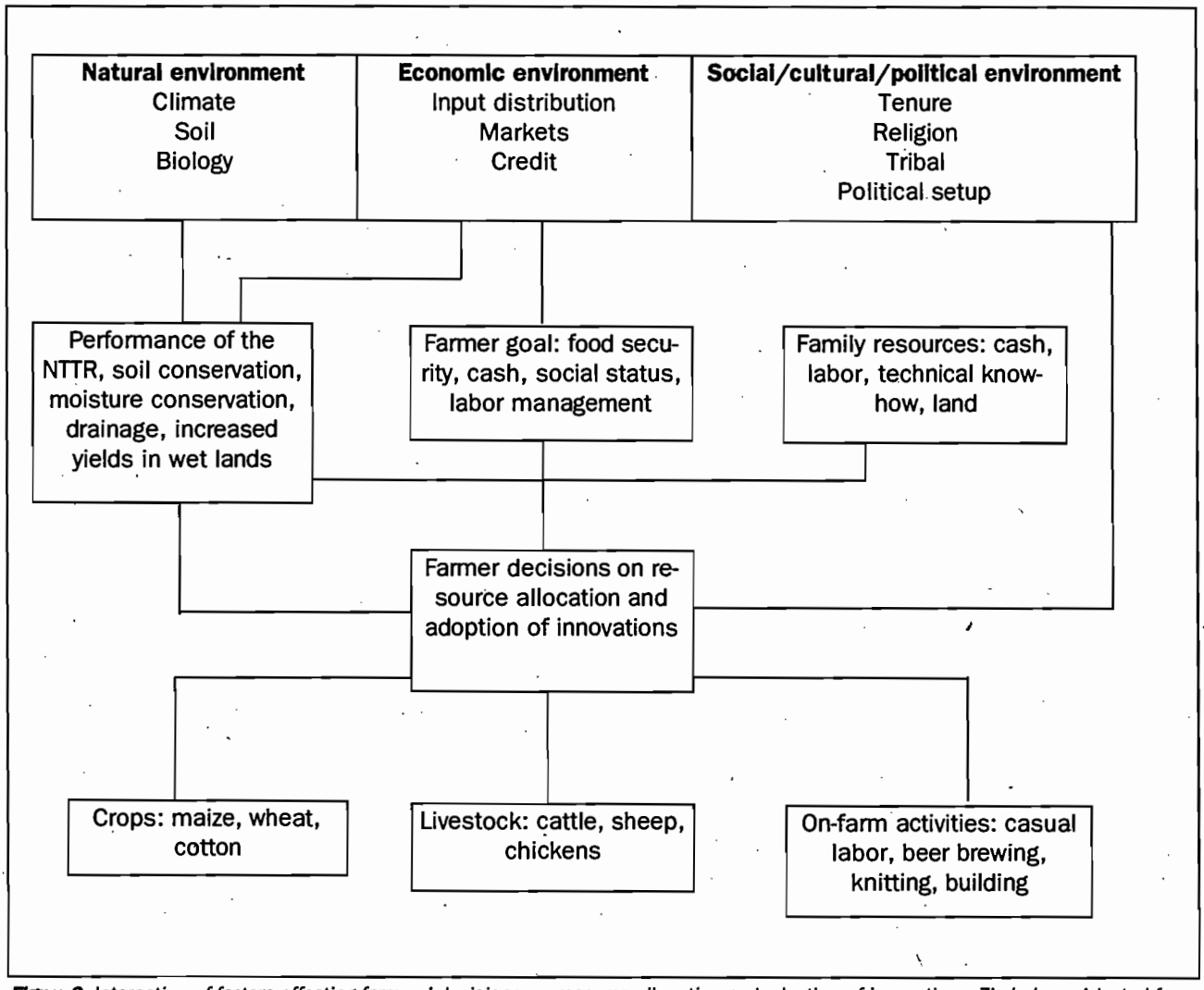


Figure 2. *Interaction of factors affecting farmers' decisions on resource allocation and adoption of innovations, Zimbabwe. Adapted from Agricultural Technical and Extension Services (1993).*

performance of the NTTR as presented by the four evaluation methods is discussed below.

Farmers' Socioeconomic Environment

Structure and resources of households

The socioeconomic survey provided baseline data on the structure and resources of households in the trial area. Thirty-three percent of households in the area are headed by women. This suggests that for adoption of the NTTR system, the objectives and physical abilities of everybody must be taken into consideration. This applies especially to implements, as they should be lighter in order to facilitate ease of use for everybody. As all farmers in the area own the basic implements required for the NTTR system—a plough and a hoe—in terms of implements, there are sufficient resources for adoption of the NTTR system.

The socioeconomic survey also showed that women share and sometimes even dominate family decision making. The decision on planting the main crop (which is maize in 75% of cases) is made by women in 50% of cases and by men in 30%. Decisions regarding the sale and consumption of the second crop are made by women in 84% of cases. A survey conducted in the same area provided similar results—that women dominate decision making in both *de jure* and *de facto* female-headed households (Lacher, Dikito 1991).

However, informal interviews revealed that the family unit is very strong and that, in most families, decisions, problems, and successes are shared. Therefore, prior to adoption of an innovation, most family members, or at least the most influential, should be consulted. It is also necessary to bring the knowledge of all family members to the same level, as farmer workshops revealed that communication between family members is not always guaranteed (Hagmann et al 1992).

Crop sales are regarded as the main source of income by most farmers in the area. However, nonagricultural sources of income play an important part in the local economy—91% of total income is generated through nonagricultural activities (Lacher, Dikito 1991). Beer brewing—practiced by 65% of households—is the most common off-farm activity for generating income.

Farmers' constraints

The results of the socioeconomic survey indicated that draught power shortage is likely to be a major constraint in the adoption of the NTTR system. At the time of the survey, 53% of trial farmers and 60% of nontrial farmers had no oxen. The situation worsened as a result of a severe drought in 1991/1992 when many draught animals died. Other problems revealed by the socioeconomic survey are overgrazing, poor soils, firewood, and water shortage. Informal interviews showed that social problems are more serious than all of the problems mentioned in the socioeconomic survey. Apparently most of the farmers have serious social problems and their attitudes to innovations are influenced by the social issue at hand. Problems ranged from small disagreements within families due to lack of basic needs to major conflicts between families or groups of families.

The importance of traditional issues in general and of sacred days in particular, was also made apparent in informal interviews. This turned out to be one of the major constraints in terms of time management and timing of operations. Farmers are forbidden to work in the fields on Thursdays and on the first day after the first rains. Also, for several days following a death in the village, farmers stop work in the fields. Farmers expressed strong feelings about these sacred days and the laws governing them. The majority of elderly farmers said that tradition should not be questioned and that nothing should be done to change the situation, whereas the younger farmers believed that such traditions and laws were outdated and should be changed. Adherence to tradition tended to conflict with the timing of operations. On some fields, germination was a problem because farmers only planted one week after the rains. Also, many farmers could not place cross ties in the furrows due to time constraints.

Evaluation of the NTTR System

Performance of the NTTR system

Technical measurements allowed evaluation of the performance of the NTTR system. Emergence assessment showed that, contrary to farmers' perceptions, crop establishment was no worse on ridges than on the conventionally tilled plots. Though there were initial germination problems on some plots planted before the ridges were fully wet, the average emergence in 1992/1993 was 9% higher on ridges than on conventional tillage.

In the adoption/adaptation survey, 14% of farmers mentioned that low moisture on ridges is a disadvantage of the system. Soil moisture measurements confirmed that ridges were drier than ploughed land. Moisture differences between ridges and on ploughed land decreased down the profile. In the top 20 cm, ridges were 10% drier than on flat land. In the depth range 20–40 cm, the difference between moisture on ridges and on the conventional tillage plots was about 5%. Moisture on wetland sites was higher than on upland sites throughout the profile and the season.

Yield assessment showed high variation. On average, the yield was slightly higher on ridges than on the conventional tillage for all parameters assessed. The grain yield differences were more significant on the wetlands, where up to 30% higher yields were recorded for ridges than for conventional tillage. Reasons for the higher ridge yields were provided by farmers during mid-season evaluation tours and by reference to complementary measurements—drainage in the wetlands, higher rooting volume due to the deeper hard pan on ridges, and protection of nutrients on ridges due to reduced erosion.

Soil strength measurements, which provide an indication of resistance to root penetration, showed that both ridges and conventional tillage have a layer of maximum strength (hard pan). Similar results have been reported for on-station trials (Vogel 1993; Chuma 1993). The hard pan is on average 7 cm deeper on ridges than on flat land, providing ridges with a small advantage in rooting volume. Better rooting volume has been reported to result in higher yields on ridges (Vogel 1993).

Adoption/adaptation of the NTTR system

The adoption/adaptation survey showed that many farmers had not taken up the suggestion of cross tying, which is essential for soil and moisture conservation. Informal interviews and observations revealed that farmers did not cross tie because the operation had to be carried out at planting time. Farmers prioritize planting over cross tying. Also, 64% percent of the farmers did not weed by reridging as suggested, but preferred to use the hoe. This explained why many farmers had not realized the labor saving benefits of the system.

The main reason provided for not reridging was the shortage of trained draught animals. Also, many farmers tried to reridge well after six weeks, and, consequently, the crop was damaged by animals during the operation.

Hand planting with a digging hoe is the recommended method for ridges. But, as this is also the traditional planting method, farmers considered it to be backward. Farmers also said that they were unfamiliar with the planting method and found it slow. As a result, they had tried to plant on ridges by opening a rip line and planting during initial ridging. Neither adaptation resulted in better emergence than that obtained using the suggested planting method; however, the farmers clearly had problems with the recommended planting method, which therefore requires to be developed further. A tendency to look down on traditional technologies was also highlighted. Further observations made on the adoption of the NTTR system were correlated with farmers' goals and existing cropping systems.

Impact of Farmers' Goals on the Adoption of Technologies

Maize, the staple food and main crop, occupies 46% of the total area of trial farms. This suggests that one of the main objectives of farmers is self-sufficiency in food supply. Maize is grown in a system also comprising other crops and livestock. The socioeconomic survey provided quantitative data on components of the farming system. However, the most in-depth understanding of the farmers' objectives and farming systems was gained in informal interviews and observations. The wetland management system provides an example. Technical measurements showed that yields on ridges can be up to 30% higher than on conventional tillage, suggesting that there is high adoption of ridges on the wetlands. Informal interviews revealed that many farmers are actually reducing the area under ridges in the wetlands. Farmers plant in the wetlands in August (two months before the start of the rainy season) using residual soil moisture. By the time waterlogging becomes a problem, the early crop has reached physiological maturity. Farmers prefer this system to that of planting on ridges (which can only be planted later, but effectively control waterlogging) even although they could obtain higher yields through ridging. The system of early planting reduces the risk of crop failure and reduces labor demand. Another advantage of this system is that maize is available two months before it is possible to harvest crops on other fields—an important factor for food security. After the main harvest, the wetlands are also planted with winter wheat, which has become a very important crop for bread making and, because of the lack of irrigation, can only be grown in the wetlands. Hence local farmers have numerous objectives, the main one of which is not yield maximization.

Farmer Participation in Informal Interviews and Observations

The main problem with farmer participation in informal interviews and evaluations was that, initially, farmers did not readily reveal any adaptations or activities outside the trial program and, also, they expected the researcher to 'hand out' ideas and material support. They did not view themselves as being in partnership with the researchers. This is a common problem with most smallholders. In Zimbabwe, small-scale farmers have lost their initiative, self-confidence, and respect of indigenous knowledge as a result of a hegemony of Western technologies in agriculture (Page, Page 1991). Farmers only became less secretive once they had gained confidence and trust in the researcher after the 'training for transformation' workshops.

Conclusions and Recommendations

Each of the four evaluation methods used contributed to the understanding of factors that are likely to affect the adoption/adaptation of the NTTR system. The true picture emerges when the contributions of different methods are combined. The method of informal interviews and observations requires the time and patience necessary to develop farmers' confidence. However, this method provides farmers with the best opportunity to participate in technology development, and, in our study, was the most revealing. Application of this method encourages farmers to develop solutions to their problems and to orient technologies towards their goals. As a result, the NTTR system is being redefined in collaboration with farmers, and, more importantly, the process of development of options for solving the soil erosion problem has been initiated. It is recommended that extension staff are involved in farmer participatory training courses, for example, based on diagnostic survey and design. For too long, farmers (particularly in Zimbabwe) have been approached 'top down' and have been instructed as to what to do, with the result that they have lost initiative and self-respect and, in many cases, are not ready for a participatory bottom-up approach. It is recommended that farmers are involved in training courses such as 'training for transformation' that encourage and empower them to make their own decisions.

The main objective of the NTTR system is to contribute towards sustainable agriculture through reduced erosion. Soil conservation does not appear to be an obvious objective of the farmers. For adoption of the NTTR system, awareness of soil erosion and of its effects must be created through sensitization efforts. Awareness creation could result in conservation becoming more of a priority among farmers. There is a good likelihood of this happening, as traditions and obligations regarding land management still exist. A strategy involving these traditions and modern awareness could be applied by extension staff.

Farmers are operating in complex, dynamic, and multiple-objective systems. Yield maximization is only one and, too often, not the main objective. To understand farmers' decisions in technology adoption, it is necessary to consider all the farmers' objectives and also to understand their ranking.

Acknowledgments

I would like to thank Mr Musariri Diza (research assistant) and the 17 households in Gutu communal lands with whom we are testing and developing the NTTR system for their support in data collection. Comments on the manuscript by Mr J Hagmann are greatly appreciated.

References

Agricultural Technical and Extension Services (AGRITEX). 1993. Agricultural extension programme planning incorporating diagnostic survey/rural rapid appraisal concepts. Resource/Training manual. Harare, Zimbabwe: AGRITEX. 81 pp.

Anderson G, Pidgeon JG, Spenser HB, Parks R. 1980. A new hand-held recording penetrometer for soil studies. Journal of Soil Science 31:279–296.

Chuma E. 1993. Effects of tillage on erosion-related soil properties of a sandy soil in semi-arid Zimbabwe. *In* Proceedings of the fourth annual scientific conference of the SADC-Land and Water Management Programme, Windhoek, Namibia, 11–14 October 1993 (Kronen M, ed.).

Doppler W. 1989. Current approaches and future potential of farming systems Research. Quarterly Journal of International Agriculture 28(3/4):266–278.

Elwell HA, Norton AJ. 1988. No-till tied ridging. A recommended sustained crop production system. Borrowdale, Harare, Zimbabwe: Institute of Agricultural Engineering.

Elwell HA, Stocking MA. 1988. Loss of nutrients by sheet erosion is a major hidden farming cost. The Zimbabwe Science News 22(7/8):79–82.

Farrington J. 1988. Farmer participation in agricultural research. London, UK: Overseas Development Institute.

Freire P. 1973. Padagogik der Unterdruckten. Hamburg, Germany: Rowohlt.

Hagmann J. 1992. Working document for the on-farm component of the project. Borrowdale, Harare, Zimbabwe: Conservation Tillage Project, Institute of Agricultural Engineering.

Hagmann J. 1993. Farmer participatory research in conservation tillage I. Approach, methods and experiences from an adaptive on-farm trial programme in Zimbabwe. *In* Proceedings of the fourth annual scientific conference of the SADC-Land and Water Management Programme, Windhoek, Namibia, 11–14 October 1993 (Kronen M, ed.).

Hagmann J, Chuma E, Gundani O. 1992. Report on two workshops with farmers participating in adaptive trials in Gutu, Zaka and Chivi Communal lands. Conservation tillage for sustainable crop production systems. Harare, Zimbabwe: Institute of Agricultural Engineering.

Hope A, Timmel S. 1984. Training for transformation, a handbook for community workers. Gweru, Zimbabwe: Mambo Press.

Lacher C, Dikito MS. 1991. Socio-Economic survey with specific considerations of gender issues in Gutu district communal lands within the CARD programme/ Zimbabwe. Project report. Zimbabwe: CARD. 123 pp.

Madondo BBS. 1993 Extension strategies from 1993 and beyond. Proceedings of the Manicaland province technical workshop, 1993. 18 pp.

Overholt AO. 1985. Gender roles in development projects. Connecticut, USA: Kumarian Press.

Page SLJ, Page HE. 1991. Western hegemony over African agriculture in southern Rhodesia and its threat to food security in independent Zimbabwe. Agriculture and Human Values fall:2–18.

Vogel H. 1992. An evaluation of five tillage systems for smallholder agriculture in Zimbabwe. Conservation tillage for sustainable crop production systems. Project Report No. 6. Harare, Zimbabwe: Institute of Agricultural Engineering.

Vogel H. 1993. Maize root profiles in gleyic sandy soils as influenced by ridging and ploughing in Zimbabwe. Conservation tillage for sustainable crop production Systems. Project Report No. 7. Harare, Zimbabwe: Institute of Agricultural Engineering.

Use of Priority Setting and Causal Analysis Methods for Research and Development

Hawkins, Richard
International Centre for development oriented research (ICRA),
PO Box 88, 6700 AB Wageningen, The Netherlands

Abstract

This paper briefly reviews the methods that are available for research priority setting within the context of on-farm, systems-oriented agricultural research. It then describes the experience of several interdisciplinary field teams in trying to determine research priorities in Tanzania, Ghana, and China using causal models to elucidate the problems faced by farmers. Ranking methods are used for determining priority production constraints and research activities to develop solutions to these constraints. It is concluded that two characteristics necessary in any effective priority setting procedure in farming systems research are inclusion and transparency. All the stakeholders—farmers, extensionists, policymakers, and researchers—should be included within the process if they are to subsequently work together toward common objectives. The priority setting procedure and its results should be transparent to all individuals who are or later become involved, so that the priorities can be constantly reassessed as new information becomes available. One of the main factors limiting adoption of these procedures is the lack of group skills in most researchers. Also needed for farmers to effectively participate—as collaborators rather than simply an information source—are a change of professional outlook and an institutional environment that enables application of these methods.

Key words

Priority setting, causal analysis, farmer participation, Ghana, Tanzania, China.

Résumé

Utilisation de méthodes d'établissement des priorités et d'analyse causale en recherche et développement

Cette contribution passe en revue les méthodes disponibles pour déterminer les priorités de recherche, dans le contexte de la recherche-système en agriculture et de l'expérimentation en milieu paysan. Elle décrit ensuite les expériences de plusieurs équipes interdisciplinaires qui ont essayé de déterminer les priorités de recherche en Tanzanie, au Ghana et en Chine, en utilisant des modèles causaux pour élucider les problèmes rencontrés par les paysans. Des méthodes de classement sont utilisées pour déterminer les contraintes principales à la production et les activités de recherche nécessaires pour mettre au point des solutions à ces contraintes. L'auteur conclut que l'implication et la transparence sont deux caractéristiques indispensables pour des procédures effectives d'établissement des priorités dans la recherche sur les systèmes de production agricole. Tous les acteurs ayant des enjeux — paysans, vulgarisateurs, décideurs politiques et chercheurs — doivent être impliqués dans ce processus, s'ils ont à collaborer ensuite pour la réalisation d'objectifs communs. La procédure d'établissement des priorités et ses résultats doivent être transparents pour tous les individus qui sont, ou qui seront plus tard, impliqués, afin qu'on puisse constamment réévaluer les priorités sur la base de nouvelles informations. L'une des contraintes principales à l'adoption de ces procédures est le manque de compétence de la plupart des chercheurs en matière de travail en équipe. Pour que les paysans participent effectivement, comme collaborateurs plutôt que simplement comme source d'information, il faut également un changement d'attitude professionnelle et un environnement institutionnel qui permette l'utilisation de ces méthodes.

Guidelines for Priority Setting within Farming Systems Research

Deciding which research should be done is obviously a critical step in any research program, especially in applied systems-oriented research (generally referred to as farming systems research or FSR), which is intended to be problem-solving. In the face of limited financial resources, research needs to be cost-efficient as well as cost-effective in reaching its objectives. In addition, it is argued here, priority setting is one of the key foci of interdisciplinary

interaction—another defining characteristic of FSR (Mettrick 1993).

Nevertheless, experience suggests that, in practice, priority setting in FSR is usually a subjective process, carried out mainly by researchers and often within single disciplines. Many research proposals are based more on the individual researcher's interests or previous research than on a logical ordering of priorities according to agreed criteria. Research priority setting is also often seen as an activity of senior research managers rather than individual researchers. The International Service for National Agricultural Research (ISNAR), The Netherlands, has produced a number of publications describing methods, mainly at national and program levels, ranging from congruence (priority according to the gross value of the crop output to an area or nation), through checklists of criteria, scored checklists, and cost/benefit analyses, to mathematical programming models (Contant, Bottomley 1988; Collion et al 1993). These methods vary in terms of inclusion and transparency, as well as level of data, skills, and resources needed.

Given the skills and data available to most FSR teams, checklists or scored checklists are the most appropriate method to rank problems, potential innovations, and research activities within most FSR programs. Tripp and Woolley (1989), in one of the few guides for on-farm research planning, suggest a stepwise process of problem identification and ranking, analysis of causal factors leading to the priority production problems, and ranking of proposed solutions. Ranking of problems and solutions is largely a more explicit way of doing what many researchers do implicitly. The causal analysis step, as Woolley and Tripp (in press) recognize, is less intuitive.

Formal methods for constructing causal models(causal trees) were developed for nutritional assessment (Beghin et al 1988) and for objective-oriented project planning (OOPP) (Schubert et al 1991), but these are not common used by FSR practitioners.

Examples of the use of these methods in practice are given below. These examples are taken from ICRA field studies carried out in Tanzania, Ghana, and China. Each of these 3-month studies was undertaken by an interdisciplinary group of 6—7 agricultural research scientists as an integral part of the ICRA course based in Wageningen, The Netherlands (Hawkins et al 1994). The objectives of these field studies were to analyze the agricultural systems in a given area, and to derive and prioritize research and development options.

Examples of Priority Setting

In a study located in Arumeru district, Tanzania (Baral et al 1993), farmers and pastoralists in each of four villages were asked to group households according to their own criteria. This exercise resulted in classification of households into agropastoralists, small-scale cultivators, or mixed crop-livestock farmers. The classification was based on the agricultural systems, which in turn were related to ethnic group. Within each village, group meetings were then held with each household class, and an in-depth individual interview was conducted with a representative of that class. From these discussions, the researchers identified a number of production constraints for each class, and ranked these according to the criteria:

- distribution (proportion of households affected);
- loss of potential income per household;
- frequency of occurrence.

After the researchers had completed the ranking process, a second round of group meetings with farmers was conducted, in which they ranked the problems defined by the researchers (and others that they added), using cards placed in order of importance. In some of these group discussions, farmers also quantified the relative importance of each problem, using stones distributed to each group member.

There were differences in the ranking by researchers and by farmers (Table 1). Agropastoralists rated lack of water as the most critical constraint, whereas the team ranked it fourth and livestock diseases first. Farmers argued that livestock cannot survive without water and that although measures could be taken against disease, nothing could be done about the lack of water. In addition, the lack of water exacerbates the disease problem, because cattle contract disease from each other at the limited watering facilities. Agropastoralists also rated lack of grazing area lower than researchers (5th and 2nd, respectively). For mixed farmers, soil fertility was not even ranked by researchers as it was not mentioned in the first round of group and individual interviews, but farmers subsequently ranked it as the most critical constraint. Crop water stress, which had been ranked first by researchers, was ranked last by farmers because there was considerably more irrigation water

Table 1. Comparison of researchers' and farmers' ranking of production constraints in Arumeru district, Tanzania (Baral et al 1993).

Production constraint[a]	Agropastoralism		Small scale cultivation		Mixed farming	
	Researchers	Farmers	Researchers	Farmers	Researchers	Farmers
Lack of water for livestock	4	1	—	—	—	—
Crop water stress	2	2	1	1	1	6
Livestock diseases	1	3	—	—	?	2
Crop pests, diseases	6	4	2	2	2	3
Lack of grazing area, fodder	2	5	—	—	—	5
Low soil fertility	5	5	?	3	?	1
Lack of firewood	—	5	—	—	—	—
Weeds	—	8	3	4	—	—
Lack of credit	—	—	—	—	—	4

a. 1 = highest priority.

available to these farmers in a lower part of the village that the researchers had not visited.

In another ICRA study in northern Ghana (Adolph et al 1993), production problems were ranked first by farmers and then by development workers. Interviews were conducted with groups of men, women, and junior farmers in eight villages. Village maps and transects were drawn with farmers, and key informants from extension and veterinary services. Soil samples were taken. The research team then drew up a list of problems that were ranked by groups of 15 farmers in each of the three representative villages of the study area. Each farmer distributed groundnut kernels against large cards with symbols that represented the problems classified in four main categories (crop production, animal production, labor shortage, and marketing). The results of this ranking are presented in Table 2; this table does not show, however, that the scoring differed significantly between female farmers and male farmers, and between cattle owners and nonowners).

After farmers had ranked their problems in these village workshops, the research team presented the findings to researchers from the regional research station, extensionists and nongovernmental organizations (NGOs), and the issues were again prioritized. In these workshops, soil fertility was accorded high priority—although it had been ranked low during the farmer workshops—because soil tests showed low fertility levels and development workers reasoned that soil fertility is likely to be a key factor limiting the sustainability of production systems in the face of population growth and shorter fallow periods.

Examples of Causal Analysis

Examples of causal models are given in Figures 1 and 2. Figure 1 shows the hypothesized reasons for a high incidence of tick-borne diseases of livestock in northern Tanzania, as established by the research team after village surveys (Baral et al 1993). Most researchers and extensionists consulted in the region considered that research had no role to play in the problem of tick control as "the solution is known" (dipping with acaricide). However, few farmers actually practiced dipping, in spite of extremely high livestock mortality. The causal tree shows a number of reasons, but their relative importance could not be established by the research team with information immediately or locally available; further studies are needed. The causal tree also shows that many of the causes are social or economic in nature (eg, poor community organization), even if a potential solution (eg, cheaper acaricides or less water-intensive delivery system) may be technically feasible.

In another ICRA field study in northern China, farmers in five villages explained to a group of researchers the factors that had led to increased crop losses from pests and diseases (Figure 2). The farmers recognized that changes in cropping pattern following policy liberalization had led to a

Table 2. Problem ranking from farmers' workshops in three villages of northern Ghana (Adolph et al 1993).

Production constraint[b]	Ranking (score) of problem[a]		
	Chala	Nator	Busa
Crop production constraints			
Pests and disease	9 (1)	1 (38)	1 (41)
Low soil fertility	10 (0)	6 (9)	6 (9)
Weeds	7 (6)	2 (33)	5 (10)
Lack of irrigation	1 (44)	3 (31)	6 (9)
Delayed planting	3 (32)	5 (23)	2 (33)
Availability/cost of tractor	2 (42)	4 (26)	3 (31)
Availability/cost of implements	4 (18)	5 (23)	1 (41)
Animal production constraints			
Animal diseases	3 (29)	2 (35)	1 (20)
Animal feed	4 (0)	1 (36)	5 (11)
Water for animals	1 (43)	3 (33)	7 (5)
Marketing of animals	4 (0)	4 (32)	3 (14)
Herding	4 (0)	5 (25)	6 (10)
Bullock training	1 (43)	5 (25)	4 (13)
Animal theft	2 (32)	6 (24)	2 (18)
Economic constraints			
	1 (28)	1 (42)	2 (43)
Lack of credit	2 (26)	3 (37)	1 (44)
Difference in grains sale/purchase price	3 (24)	2 (41)	5 (28)
Underemployment in lean season	6 (12)	5 (18)	4 (34)
Insufficient cash in lean season	4 (21)	4 (27)	3 (40)
Delayed payment for cotton	5 (20)	6 (6)	6 (18)
Labor constraints			
Land preparation	1 (32)	2 (39)	1 (35)
Planting	3 (25)	3 (25)	2 (31)
Weeding	5 (19)	1 (40)	1 (35)
Harvesting	2 (26)	5 (11)	3 (30)
Processing	4 (23)	4 (22)	4 (28)

a. Problems scored in range 0—3 by 15 farmers; aggregate shown here.
b. Not all constraints ranked by farmers are shown here.

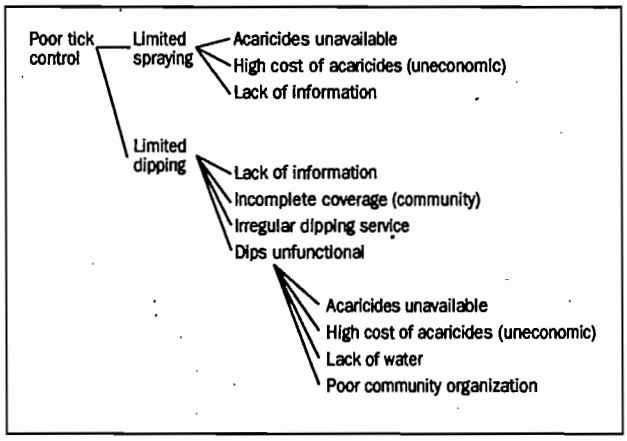


Figure 1. *Causal analysis for incidence of tick-borne diseases in Arumeru district, Tanzania (Baral et al 1993).*

buildup of pests and diseases. Farmers were frustrated at the absence of policies on pesticide quality control and lack of information on alternative control measures. This example again shows the importance of policy issues and their integration with technical factors.

Discussion

Although ICRA participants are exposed to these methods of ranking and causal modeling in theory, few groups follow the planning steps in the sequence suggested by Woolley and Tripp (in press). Experience suggests that there are a number of difficulties in the apparently straightforward procedures; they concern the process itself and the constraints to inclusion of farmers in the process.

Ranking and Modeling as Logical Processes

Ranking of problems presupposes that all the important problems have been identified, relevant criteria have been defined and weighted (criteria that do not overlap), and the necessary information for scoring these criteria is available. In practice, definition of criteria and their weighting offer plenty of scope for interdisciplinary disagreement (Hawkins et al 1994), and quantitative information on, for example, potential livestock production forgone due to poor watering facilities is either unavailable or difficult to estimate. The difficulty is compounded when linkages within the household and production systems are considered (eg, impact on production or the household of the high labor requirement—women—for carrying water). Problem ranking is easier and consequently favors a reductionist approach.

Starting and stopping points need to be identified for causal models. One approach is to start with a central problem such as low farm income, as suggested by Beghin et al (1988). This approach allows a wider and more comprehensive definition of second and third level problems, but construction of the model tends to remain at a general level and causes are poorly defined (eg, unavailability of improved technology or lack of information). This imprecision makes it more difficult to continue the causal chain and to identify and assess the likely impact of potential solutions. Beghin et al (1988) suggested that a quantifiable indicator should be identified for each factor (eg, soil nitrogen level for soil fertility). The value of such indicators is that the group is forced to define what is being discussed in more precise terms, which leaves less room for misunderstanding and team disagreement. However, construction of a model that is both detailed and comprehensive is extremely time-consuming and demanding in terms of group moderation.

In another approach, problems are first identified and ranked, and the causal chain is extended upward and downward from the most important of these problems, as in many OOPP procedures (Tripp, Woolley 1989). The approach allows a more focused discussion on key

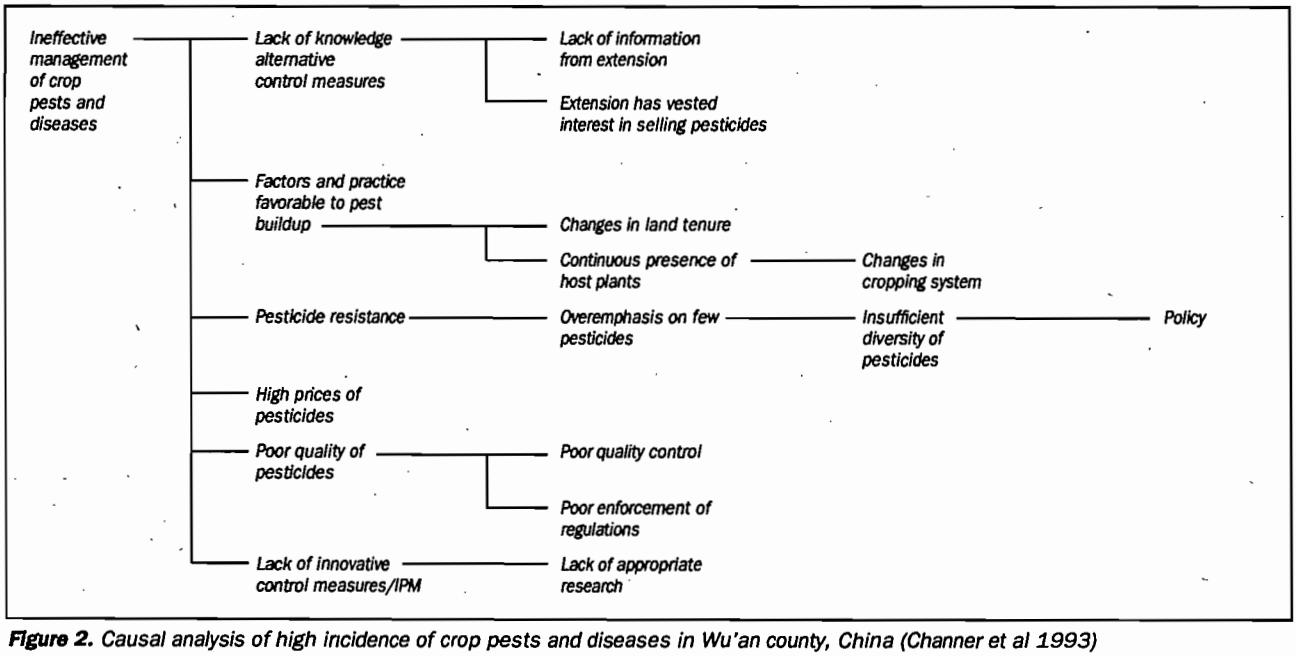


Figure 2. *Causal analysis of high incidence of crop pests and diseases in Wu'an county, China (Channer et al 1993)*

constraints, but it supposes that these key constraints are known. In practice. As problems are interrelated (eg, exacerbation of the livestock disease problem by lack of watering facilities), however, it is difficult to identify and prioritize problems without some understanding or causal analysis first.

In practice therefore, the process of problem ranking and causal analysis needs to be iterative, which adds to the complexity of the procedure in practice.

Increasing Farmer Participation

Farmers' rankings in the Tanzania study differed from those of researchers, partly because their criteria were different, but also because they had better information than the researchers on certain aspects (eg, availability of irrigation water). In the Ghana study, researchers accorded a higher priority to soil fertility because of their criteria of future sustainability and the information from soil tests that the farmers did not have.

A mutually acceptable result is therefore based on a better exchange of information between researchers and farmers. The two groups need to understand and appreciate the criteria of the other. Neither researchers nor farmers have the complete picture. Closer and more in-depth collaboration with groups of farmers, however, raises questions concerning the representativeness of the farmers, their ability to participate directly in these methods, and acceptability of the process to farmers and researchers.

Problems were prioritized differently according to the group (eg, between men and women, ethnic groups, cattle owners and nonowners). Priorities varied within the village and between villages. Researchers need to include criteria of the representativeness or importance of the groups and villages when determining research priorities for their own mandate area. Selection of the villages and farmer groups for these exercises—hence explicit and defensible criteria for such selection—is critical (Merrill-Sands et al 1991).

The studies described here also support the observation of Rhoades (in press) that farmers often rank policy and infrastructural problems higher, while scientists usually rank technical problems higher. In general, FSR has had difficulty in addressing policy issues (Baker 1992), and as most typical FSR teams consist mainly of technical scientists this disparity is likely to continue. The disparity of interests also raises the question of farmers' incentives to collaborate with researchers. The methods of building causal models and priority setting described here take several days; farmers will obviously require tangible benefits from the resulting research program to justify their investment of time.

The examples of priority setting in this paper and elsewhere (Bunch, 1985; Defoer et al 1992 as cited by Woolley, Tripp, in press) show that farmers are capable of ranking their own production problems and constructing causal diagrams. In earlier ICRA field studies, researcher-farmer interaction could be described as consultative or extractive (researchers extract information from farmers through surveys or rapid rural appraisals, which they then use to understand and analyze the system, and to set research priorities) rather than collaborative (farmers collaborate directly in the analysis and priority setting). This type of interaction between researchers and farmers was also true of many FSR projects (Biggs 1989). In recent years, increased emphasis on farmer participatory methods has led to greater farmer collaboration in defining and prioritizing problems, but it also seems to have devalued the scientists' role and perspective ("if farmers did not mention it, it cannot be a problem"). Getting the right balance between farmers' and scientists' knowledge and perspectives therefore remains a crucial issue.

As Merrill-Sands et al (1991), and Pretty and Chambers (1993) noted, knowledge of on-farm or participatory research methods is not sufficient in itself for these methods, institutional support and context are also critical. One ICRA course participant from a regional research station in western Africa admitted that his colleagues had little interest in adopting participatory on-farm research methods, such as those shown in the video "Participatory Research with Women Farmers" (TVE, nd), because "this type of research does not lead to publications." Ultimately, participation requires empowerment, and empowerment means control of research finance. The experience of the national agricultural research organization in Mali, which intends to have 25% of the research budget allocated through regional farmers groups (Dembr, et al, 1993), may be an interesting pointer to the future.

Conclusion

Construction of causal models, and ranking of production constraints, potential improvements, and research proposals are critical steps in interdisciplinary FSR. Nevertheless, these steps often remain intuitive and the degree of interdisciplinary interaction, disappointing.

More rigorous and logical methods such as those described in this paper are valuable because they can integrate researchers' and farmers' knowledge, increase researchers' understanding of the linkages between components of the agricultural system, and identify crucial information gaps. However, the apparent simplicity of these methods belies their difficulty in practice: they need a high level of communication and group skills if they are to include different disciplinary and farmer viewpoints. Researchers are rarely trained in these skills.

Two essential features in any effective priority setting procedure in FSR are inclusion and transparency. All those who have an interest and a role in a research project need to be included in the process if they are to subsequently work together toward a common goal. Not only the results, but also the method of arriving at a set of priorities needs to be transparent to all individuals who are or later become involved, so that the priorities can be constantly reassessed as new information becomes available.

It seems clear that farmers have the necessary skills to participate as collaborators in research priority setting. For this collaboration to become a reality, however, a change in professional attitudes and institutional incentives is

required. A knowledge of methods such as those described in this paper and elsewhere will not alone be sufficient.

Acknowledgment

The author would like to thank Robert Moss and Jon Daane for comments on the content of this paper.

References

Adolph B, Alhassan Y, Bisanda S, Kwari J, Mekonnen G, Wharburton H, Williams C. 1993. Coping with uncertainty: challenges for agricultural development in the Guinea Savanna Zone of the Upper West Region, Ghana. Working Document Series 28. Tamale, Ghana: National Agricultural Experiment Station; Wageningen, The Netherlands: The International Centre for development oriented Research in Agriculture.158 pp.

Baker D. 1992. The inability of farming systems research to deal with agricultural policy. Agricultural Administration Network Paper 35. London, UK: Overseas Development Institute. 26 pp.

Baral B, Haris U, Hawkins R, Kanton R, Katyega P, Kooi G, Ribeiro MF. 1993. In search of water: a study of farming systems in the lowlands of Arumeru District, Tanzania. Working Document Series 30. Arusha, Tanzania: The Selian Agricultural Research Institute; Wageningen, The Netherlands: The International Centre for development oriented Research in Agriculture. 114 pp.

Beghin I, Cap M, Dujardin B. 1988. A guide to nutritional assessment. Rome, Italy: World Health Organization. Pages 39—48.

Biggs S. 1989. Resource-poor farmer participation in research: a synthesis of experiences in nine national agricultural research systems. OFCOR Comparative Study Paper 3. The Hague, The Netherlands: International Service for National Agricultural Research. 37 pp.

Bunch R. 1985. Two ears of corn: a guide to people centred agricultural improvement. Oklahoma City, OK, USA: World Neighbors. 250 pp.

Channer A, Moss R, Mwaseba D, Ozara N, Raza MA, Roa J, Zhong B. 1993. Farmers in industry: an analysis of agricultural systems in Eastern Wu'an, China. Working Document Series 27. Beijing, China: Centre for Integrated Agricultural Development; Wageningen, The Netherlands: International Centre for development oriented Research in Agriculture. 95 pp.

Collion MH, Kisi A, Reed M. 1993. A trainer's guide to programme planning and priority setting. The Hague, The Netherlands: International Service for National Agricultural Research (ISNAR)

Contant RB, Bottomley A. 1988. Priority setting in agricultural research. Working Paper 10. The Hague, The Netherlands: International Service for National Agricultural Research. 19 pp.

Demb,r, E, T,m, B, Sy O. 1993. Etude pour la mise en place d'une commission nationale des utilisateurs au sein du Conseil National de la Recherche Agronomique. Rapport Final. Bamako, Mali.

Hawkins R, Daane J, Sellamna N. 1994. Training in interdisciplinary research for agricultural development: the experience of ICRA. (This publication)

Merrill-Sands D, Biggs SD, Bingen RJ, Ewell PT, McAllister JL, Poats SV. 1991. Integrating on-farm research into national agricultural research systems: Lessons for policy, organization and management. Pages 287—316 *in* Planned change in farming systems (Tripp R, ed.). Chichester, UK: John Wiley and Sons.

Mettrick H. 1993. Development oriented research in agriculture: an ICRA textbook. Wageningen, The Netherlands: International Centre for development oriented Research in Agriculture. 291 pp.

Pretty JN, Chambers R. 1993. Towards a learning paradigm: new professionalism and institutions for agriculture. Research Series 1(1). London, UK: International Institute for Environment and Development, Pages 48—83.

Rhoades R. Participatory tools in priority setting. *In* Setting research priorities: practical experiences in managing systems-oriented agricultural work (Meindertsma JD, ed.). Amsterdam, The Netherlands: Royal Tropical Institute (KIT). (In press)

Tripp R, Woolley J. 1989. The planning stage of on-farm research: identifying factors for experimentation. Mexico: Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT); Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 85 pp.

Television Trust for the Environment (TVE) N.d. Participatory research with women farmers (video). The Netherlands: Zeist.

Schubert B, Nagel UJ, Denning GL, Pingali PL. 1991. A logical framework for planning agricultural research programs. Los Baños, The Philippines: International Rice Research Insitute (IRRI). 23 pp.

Woolley J, Tripp R. Priority setting tools for research groups. *In* Setting research priorities: practical experiences in managing systems-oriented agricultural work (Meindertsma JD, ed.). Amsterdam, The Netherlands: Royal Tropical Institute (KIT). (In press)

L'évolution des méthodes de recherche et de recherche-développement sur les systèmes d'élevage en régions chaudes

Lhoste Philippe
CIRAD-EMVT, BP 5035, 34032 Montpellier cedex 01, France

Résumé

L'auteur rappelle d'abord que les démarches de la zootechnie classique sont apparues mal adaptées aux spécificités des élevages des régions chaudes. Une nouvelle démarche s'imposait. Les approches systémiques qui fleurirent naguère devaient apporter des méthodes d'approche et des solutions plus adaptées à ces problèmes. Une "nouvelle démarche" a donc été proposée ; ses fondements sont : un recentrage sur l'homme, acteur central du système de production, une démarche plus globale, des changements d'échelle, la caractérisation et la prise en compte de la diversité. Les résultats n'ont en fait pas toujours été à la hauteur des attentes et un certain nombre de remarques peuvent être faites à l'examen de certaines opérations de terrain : des délais souvent trop longs, des analyses trop fines et pas assez finalisées, des études trop spécialisées portant souvent plus sur les "performances zootechniques" que sur les "productions économiques". Les exigences des partenaires de la recherche (développement, politiques, bailleurs de fonds, etc.) justifient amplement une certaine remise en cause des méthodes de recherche, et quelques éléments de réflexion pour tenter d'améliorer l'efficacité des travaux sont proposés : la demande sociale n'est pas toujours suffisamment prise en compte ; les grands enjeux politico-économiques ou écologiques doivent guider les choix de priorités ; les recherches-système doivent viser une meilleure opérationnalité et associer d'autres outils tels que les tests d'innovation, les analyses comparatives en situation réelle, l'expérimentation en milieu éleveur ; l'étude du système de production doit intégrer l'aval.

Mots clés

Méthode, système d'élevage, recherche-développement, région chaude, pratique, projet, stratégie, diversité, typologie, demande sociale.

Abstract

Trends in Methods of Research and of Research and Development for Livestock Production Systems in Hot Regions

The author recalls that classical approaches to animal production science appeared ill-adapted to animal production in hot regions. A new approach was required. The systems approaches popular at that time were supposed to provide the best adapted methods for dealing with these problems, and the most appropriate solutions. The 'new approach' proposed was based on man—the central actor of the farming system—a more global approach, changes in scale, and characterization of and consideration of diversity. Results did not always match expectations. Several observations can be made from examination of certain field operations: project times were too long; analyses were too detailed and the conclusions not sufficiently clear; and studies were too specialized, often examining 'livestock research achievements' rather than 'economic output'. The criteria stipulated by the research partners (development, politicians, financial backers, etc) more than justify a fresh look at research methods. Several ideas that might improve the effectiveness of the work are proposed: social demand is not always sufficiently taken into account; the main politico-economic or ecological issues must determine the choice of priorities; systems research must aim at being more operational and be used in combination with other tools such as innovation testing, comparative analyses in real-life situations, on-farm trials, etc. Studies of farming systems must integrate related downstream activities.

Introduction

Les travaux de recherche menés sur l'élevage en régions tropicales ont démarré plus tard qu'en régions tempérées ; en Afrique tropicale, en particulier, les recherches sur l'élevage ont d'abord été consacrées aux priorités locales et notamment à la santé animale qui posait alors les problèmes les plus aigus ; d'autres thèmes ont ensuite été abordés, les uns en station : alimentation, cultures fourragères, caractérisation des races locales..., les autres en milieu éleveur :

agrostologie, hydraulique pastorale, enquêtes sur la productivité... (Lhoste, 1984, 1986).

Le constat n'est pas nouveau, les démarches de la zootechnie classique ne sont pas totalement adaptées aux spécificités de nos objets d'étude, lorsque l'on travaille sur les élevages des régions chaudes (Lhoste, 1987). Les outils de l'approche thématique classique (alimentation, génétique, reproduction, santé...), qui ont permis de résoudre de nombreux problèmes prioritaires (santé animale en Afrique, par exemple), ne suffisent pas toujours, s'ils sont employés seuls, pour progresser dans les situations complexes que nous connaissons actuellement. Une nouvelle démarche s'imposait ; il n'y a d'ailleurs pas lieu de l'opposer ni de l'utiliser séparément des démarches sectorielles classiques, elle apparaît plutôt complémentaire de ces dernières.

Une nouvelle démarche pluridisciplinaire inspirée par la recherche systémique

Les approches systémiques qui fleurirent naguère devaient apporter les méthodes d'approche et des solutions plus adaptées à des problèmes qui sont parfois posés en termes assez clairs sur la base de diagnostics suffisamment précis. Une nouvelle démarche s'est développée dans le domaine de l'élevage, s'inspirant des réflexions sur les systèmes et des avancées méthodologiques d'autres disciplines telles que l'agronomie (concepts d'élaboration du rendement, d'itinéraires techniques, de trajectoires... ; Gras *et al.*, 1989 ; Sebillotte, 1978), la géographie, les sciences humaines (Darré, 1985).

Dans le domaine des systèmes d'élevage, la réflexion, pour le CIRAD, a été conduite en liaison avec des équipes françaises de différents organismes tels que l'INRA ou l'ORSTOM (Bourbouze, 1982 ; Brossier *et al.*, 1990 ; Gibon, 1981 ; Landais *et al.*, 1987 ; Landais et Deffontaines, 1988 ; Landais et Lhoste, 1990 ; Milleville, 1991) et en liaison avec diverses opérations de terrain, en régions chaudes (Landais, 1983, en Côte d'Ivoire ; Lhoste, 1986, au Sénégal ; Choisis et Cervantes, 1989, au Mexique...). Ces échanges, qui ne se sont pas limités aux équipes francophones, ont permis aux différents groupes de progresser plus rapidement. Les occasions de débat se sont encore multipliées ces dernières années.

Tout n'était pas nouveau dans cette "nouvelle démarche" dont les fondements sont les suivants.

Un recentrage sur l'homme, acteur central du système de production

Ces études ont tenté de mieux prendre en compte les agriculteurs et les éleveurs, en s'intéressant en particulier à leurs pratiques, leurs projets, leurs décisions, leurs stratégies... (Moulin, 1993 ; Salas, 1989 ; Tourrand, 1993).

L'étude d'un système d'élevage (ou d'un système de production) a une spécificité primordiale : elle s'adresse à un système piloté par un acteur principal ou un groupe humain. Donner la priorité à l'homme revient, pour les zootechniciens, à intégrer les préoccupations des sciences humaines, mais surtout à privilégier la finalité principale de ces recherches : participer au développement. Ce développement en effet est l'affaire des hommes et l'apport de la recherche ne sera efficace que s'il se fonde sur une connaissance aussi approfondie que possible des acteurs eux-mêmes et de leurs motivations.

C'est dans cette optique que les études des pratiques des éleveurs visent non seulement à mieux les connaître dans leur diversité mais surtout à en comprendre les déterminants et à en évaluer les effets (Landais et Deffontaines, 1988 ; Lhoste et Milleville, 1986 ; Milleville, 1987 ; Teissier, 1979) ; c'est dans ces conditions que l'approche des pratiques des acteurs présente un intérêt opérationnel pour le développement.

Une démarche pluridisciplinaire

Une démarche globale a été proposée qui s'intéresse plus aux interactions qu'aux éléments de structure ; c'est ainsi que les caractéristiques du fonctionnement d'un système d'élevage seront privilégiées par rapport aux éléments de structure : il sera parfois plus utile, en termes de perspectives de développement, d'identifier les blocages au niveau du système d'alimentation, du système foncier ou dans l'organisation sociale des éleveurs que d'établir avec une grande précision des diagnostics fins sur les performances (Dedieu, 1984 ; Lhoste, 1986). Les études des interactions seront privilégiées dans un objectif d'explication et de compréhension des relations de cause à effet ; plutôt que d'analyser finement la performance, on s'intéressera par exemple plus aux pratiques d'élevage, à la gestion des ressources, à l'organisation des producteurs, aux modes de valorisation des produits... Dans la même optique, les facteurs de risque de la maladie dans le milieu seront privilégiés par rapport à l'étude fine de l'agent pathogène (Faye *et al.*, 1994). La complémentarité entre les démarches sectorielles et systémiques, que nous avons déjà évoquée, apparaît donc très clairement.

Des méthodes et des outils spécifiques (enquêtes, suivis, gestionnaires de bases de données, logiciels d'analyse...) ont été élaborés pour aborder ces études des systèmes d'élevage mais cet aspect décrit par ailleurs dépasse le propos de cette note (Faugère et Faugère, 1986, 1993 ; Landais et Faugère, 1989 ; Lhoste *et al.*, 1993).

La nécessité des changements d'échelle

Les changements d'échelle font partie intégrante de ces nouvelles méthodes qui reconnaissent des niveaux d'observation propres aux zootechniciens (animal, cheptel, troupeau, population animale...), qui se combinent avec d'autres qui ne lui sont pas spécifiques (unité de production, communauté, région...).

Ces changements d'échelle d'observation sont importants pour la compréhension des phénomènes étudiés : une observation faite à un niveau donné peut trouver son explication à un autre niveau. D'autres disciplines telles que la biologie et la géographie nous ont montré que le choix d'un niveau d'observation privilégie l'émergence de propriétés spécifiques à ce niveau ; il en est de même dans le domaine des systèmes d'élevage où les phénomènes étudiés à l'échelle du troupeau (unité de conduite) seront différents de ceux suivis au niveau d'un individu ou d'une population animale (Lhoste, 1986).

La prise en compte de la diversité

La caractérisation et la prise en compte de la diversité restent des bases essentielles de l'approche systémique ; ces bases (zonages, typologies...), là encore, ne sont pas spécifiques de l'étude des systèmes d'élevage et elles ont fait l'objet de très nombreux travaux (Landais, 1986 ; Orsini *et al.*, 1985). Dans les systèmes de production mixtes (agriculture-élevage), surtout, cette partie de la méthodologie doit être commune aux différents spécialistes.

Dans nos structures (CIRAD-EMVT), cela s'est traduit par la mise en place d'un programme "systèmes de production animale" fort d'une douzaine de chercheurs répartis dans plusieurs pays (Brésil, Burkina Faso, Cameroun, Ethiopie, Guyane, Nouvelle-Calédonie, Sénégal, Tchad, Zimbabwe...) ; dans la majorité des cas, le travail est effectué en liaison avec les équipes de recherche ou de développement nationales ou locales. Ces projets de recherche ont souvent fait l'objet de publications ou de thèses dont certaines sont citées en références bibliographiques ; notre réflexion est fondée sur le suivi de ces projets et sur l'analyse de leurs méthodes et l'évaluation de leurs résultats.

S'il existe d'assez nombreuses thèses et programmes de recherche qui se réfèrent à cette méthodologie d'étude des systèmes d'élevage (Berthet-Bondet, 1983 ; Bourbouze, 1982 ; Bourzat, 1989 ; Choisis et Cervantes, 1989 ; Dedieu, 1984 ; Faye, 1993 ; Gibon, 1981 ; Landais, 1983 ; Lhoste, 1986 ; Moulin, 1993 ; Salas, 1989 ; Tourrand, 1993), force est de constater que les ouvrages méthodologiques qui présentent la "démarche française" appliquée aux systèmes d'élevage des régions chaudes ne sont pas légion (Landais éd., 1986 ; Lhoste *et al.*, 1993).

Des résultats pas toujours suffisamment finalisés

Les travaux sur les systèmes d'élevage ont fleuri au cours des années récentes et leur multiplication a pu évoquer un phénomène de mode ; les recherches-système ont aussi été taxées, et parfois à juste titre, d'avoir généré de "grands cimetières d'informations", ce qui n'est évidemment pas acceptable compte tenu des dépenses engagées et du respect des divers interlocuteurs de la recherche. Les résultats n'ont en effet pas toujours été à la hauteur des attentes et un certain nombre de remarques peuvent être faites à l'examen de quelques opérations de terrain. Il est important que les chercheurs se livrent avec leurs partenaires à un bilan critique de leurs démarches pour mieux les adapter à des besoins qui évoluent avec le temps.

Les points critiques des recherches-système sur l'élevage sont les suivants.

La durée des études

Les délais requis pour atteindre les objectifs fixés, lorsqu'ils sont atteints, sont souvent trop longs ; les études pluridisciplinaires engendrent en effet une plus grande complexité que les études sectorielles. L'expérience a montré, de plus, qu'il est souvent plus facile d'initier un programme systémique que de le conclure. Enfin travailler sur les productions animales entraîne en général des pas de temps longs, liés à la durée des cycles de reproduction, chez les bovins par exemple. Il faut donc composer avec ces contraintes pour éviter d'apporter des réponses à un problème posé avec des délais tels que les conditions environnantes peuvent avoir changé.

Des études plus orientées vers la compréhension que vers les applications

Les analyses conduites sont souvent jugées, par les utilisateurs potentiels, comme trop fines et peu pratiques ; elles privilégient parfois trop la compréhension des phénomènes plutôt que l'opérationnalité des recommandations. Il s'agit peut-être là d'une réaction excessive par rapport aux études technicistes qui n'atteignaient pas toujours leur but non plus ; une certaine dérive, due à l'apprentissage d'une nouvelle démarche, a certainement eu lieu dans certaines équipes.

Des études trop "zootechniques"

Les études menées par les zootechniciens apparaissent souvent trop spécialisées par rapport à l'ensemble des caractéristiques des systèmes de production ; les problèmes de développement, dans les systèmes mixtes, sont rarement sectoriels.

L'effort d'analyse porte souvent trop sur les "performances zootechniques" et pas assez sur les "productions économiques" (exploitation, transformation, valorisation, écoulement des productions animales...). L'analyse des chercheurs tend à porter sur des performances de croissance (gain de poids moyen) ou de reproduction (intervalle entre mises-bas) alors que le producteur considère des critères différents et plus globaux (viabilité des produits, lait disponible pour la famille ou pour la vente...).

Améliorer l'efficacité des études des systèmes d'élevage

Les exigences de nos partenaires (développement, politiques, bailleurs de fonds, etc.) justifient amplement une certaine remise en cause des démarches de recherche et nous proposons quelques éléments de réflexion pour tenter d'améliorer l'efficacité de ces travaux ; il s'agira souvent de gérer au mieux un compromis entre local et général, entre systémique et opérationnel, entre thématique et pluridisciplinaire, entre analyse approfondie et diagnostic rapide.

Mieux prendre en compte la demande sociale

La demande réelle des partenaires de la recherche n'est pas toujours suffisamment prise en compte ; même dans les recherches sur les systèmes de production, les chercheurs ont une forte tendance naturelle à s'autoprogrammer. Pour y remédier, il faut être à l'écoute de la demande sociale, l'identifier, la discuter et parfois la reformuler pour l'aborder avec les outils qui sont ceux de la recherche-système. Cette phase d'identification de la demande est parfois hypertrophiée dans les enquêtes de départ ; dans la suite des programmes, en revanche, elle est souvent de plus en plus occultée dans la gestion de l'opération. Elle doit au contraire rester une préoccupation constante de l'équipe de recherche travaillant

au contact des producteurs car cette demande évolue dans le temps, en fonction notamment des changements écologiques et socio-économiques (événements climatiques, dévaluation de 50 % du franc CFA, début 1994, par exemple).

Intégrer les grands enjeux politico-économiques

Les grands enjeux économiques doivent en effet guider nos choix de priorités ; c'est le cas par exemple des enjeux suivants qui dépassent le cadre des productions animales :
- l'approvisionnement des grandes villes ;
- les problèmes d'environnement ;
- la durabilité des systèmes mixtes.

Viser une meilleure efficacité opérationnelle

Les recherches-système doivent éviter certains pièges souvent décriés (lenteur et coût, durée et complexité des analyses) et elles doivent donc viser une meilleure opérationnalité ; l'objectif est de fournir des réponses progressives aux différentes phases de la recherche, fût-elle longue ; cela passe par des outils complémentaires : tests d'innovation, analyses comparatives en situation réelle, expérimentation en milieu éleveur... Ces démarches complémentaires du diagnostic initial permettent de proposer plus efficacement des solutions appropriées pour lever les contraintes identifiées. Là encore, la liaison avec des travaux plus sectoriels est nécessaire.

Intégrer l'aval de la filière

Les études sur les systèmes de production ont généralement privilégié l'étude des schémas d'élaboration des productions ; cette analyse souvent nécessaire n'est pas toujours de nature à débloquer seule certaines situations qui justifient de s'intéresser aussi à l'écoulement de la production. Il faut alors dépasser le strict cadre du système d'élevage pour se pencher sur les débouchés et les problèmes de transformation, de valorisation et de commercialisation des produits animaux... L'étude du système de production doit intégrer l'aval de la production.

Conclusion

Après une période de bourgeonnement des recherches systémiques appliquées à l'élevage, il est apparu fondé de s'interroger sur l'efficacité de ces projets et sur le rapport coût/bénéfice de telles opérations.

Divers aspects très positifs sont à souligner : ces études ont permis un retour sur le terrain pour les chercheurs qui étaient trop souvent cantonnés dans leurs stations expérimentales ; ces contacts directs avec les producteurs ont permis non seulement de mieux connaître les réalités sur lesquelles la recherche est supposée travailler mais aussi de faire remonter le discours et une image plus objective des réalités paysannes vers les superstructures de l'Etat (services techniques, gouvernement...). Ces démarches ont privilégié des études en compréhension par réaction vis-à-vis des études technicistes antérieures qui ne s'étaient pas toujours révélées adaptées aux réalités paysannes.

Ces démarches ont aussi souffert de certaines "maladies de jeunesse" ; elles ont parfois occasionné des collectes de données non finalisées qui seront insuffisamment valorisées, avec une perte de temps pour les producteurs enquêtés et pour les observateurs de la recherche ainsi qu'un gaspillage de moyens. L'aspect descriptif de ces études a souvent été souligné par rapport aux aspects opérationnels.

Ces interpellations fondées justifient amplement une remise en cause des méthodes de recherche-système appliquées à l'élevage ; il en résulte notamment la nécessité de mieux finaliser ce type de recherche en veillant à l'obtention de réponses pratiques et progressives aux problèmes des producteurs et aux questions du développement.

L'ouverture des études sur les systèmes d'élevage à la qualité, la valorisation et l'écoulement des produits animaux apparaît enfin comme une voie importante de progrès qui répond à des enjeux très actuels et spécifiques, relatifs à l'alimentation des grandes cités des pays du Sud.

Remerciements

L'auteur remercie vivement son collègue Bernard Rey pour sa lecture du premier projet et ses commentaires pertinents et constructifs.

Références bibliographiques

Berthet-Bondet J., 1983. *Analyse du système d'élevage dans les collines préhimalayennes. Le cas de Salmé au Népal.* Thèse docteur-ingénieur, INAPG, Paris, France, 353 p.

Bourbouze A., 1982. *L'élevage dans la montagne marocaine. Organisation de l'espace et utilisation des parcours par les éleveurs du Haut-Atlas.* Thèse docteur-ingénieur, INAPG, Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc, 345 p.

Bourzat D., 1989. *Les petits ruminants dans les systèmes de production des zones aride et semi-aride de Somalie et du Burkina Faso.* Thèse doctorat, université Paris XII Val de Marne, Paris, France, 306 p.

Brossier J., Vissac B., Le Moigne J.L. (éd.), 1990. *Modélisation systémique et système agraire. Décision et organisation.* Versailles, France, INRA Publications.

Choisis J.P., Cervantes N., 1989. *Fonctionnement des élevages bovins mixtes en milieu tropical mexicain (Etat de Colima).* Maisons-Alfort, France, Etudes et Synthèses de l'IEMVT, 29, 234 p.

Darré J.P., 1985. *La parole et la technique. L'univers de pensée des éleveurs du Ternois.* Paris, France, L'Harmattan, Coll. Alternatives paysannes, 196 p.

Dedieu B., 1984. *L'élevage ovin sur parcours méditerranéens. Adaptations et mutations des systèmes de production en Cévennes gardoises.* Thèse docteur-ingénieur, INAPG, Paris, France, 311 p.

Faugère O., Faugère B., 1986. Suivi de troupeaux et contrôle de performances individuelles des petits ruminants en milieu traditionnel africain. Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop., 39 (1) : 29-40.

Faugère O., Faugère B., 1993. *Panurge. Suivi individuel dans les systèmes d'élevage traditionnel.* Maisons-Alfort, France, CIRAD-EMVT, ISRA-LNERV, 339 p.

Faye A., 1993. *Situation et perspectives de l'élevage bovin dans les systèmes agropastoraux denses de la zone sahélo-soudanienne : le cas du sud du bassin arachidier du Sénégal.* Thèse doctorat sciences agronomiques, ENSAM, Montpellier, France, 220 p.

Faye B., Lefèvre P.C., Lancelot R., Quirin R., 1994. *Ecopathologie animale. Méthodologie. Applications en milieu tropical.* Paris, Maisons-Alfort, France, INRA-CIRAD.

Gibon A., 1981. *Pratiques d'éleveurs et résultats d'élevage dans les Pyrénées centrales.* Thèse docteur-ingénieur, INAPG, Paris, France, 106 p.

Gras R., Benoit M., Deffontaines J.P., Duru M., Lafarge M., Langlet A., Osty P.L., 1989. *Le fait technique en agronomie. Activité agricole, concepts et méthodes d'étude.* Paris, France, L'Harmattan, INRA, coll. Alternatives rurales, 184 p.

Landais E., 1983. *Analyse des systèmes d'élevage bovin sédentaire du Nord de la Côte d'Ivoire.* Thèse d'Etat, université Paris-Sud, Paris, France, 758 p.

Landais E. (éd.), 1986. *Méthodes pour la recherche sur les systèmes d'élevage en Afrique intertropicale.* Actes de l'atelier de M'bour (2-8 février 1986). Maisons-Alfort, France, Etudes de Synthèses de l'IEMVT, 20, 733 p.

Landais E., 1987. *Recherches sur les systèmes d'élevage. Questions et perspectives.* Document de travail de l'URSAD Versailles-Dijon-Mirecourt, Versailles, France, INRA, 75 p.

Landais E., Cissokho M.M., 1986. Bases méthodologiques du contrôle de performances animales pour l'analyse zootechnique et démographique : collecte des données et choix des variables. *In : Méthodes pour la recherche sur les systèmes d'élevage en Afrique intertropicale.* Actes de l'atelier de M'bour, 2-8 février 1986, Maisons-Alfort, France, Etudes et Synthèses de l'IEMVT, 20, p. 433-485.

Landais E., Deffontaines J.P., (avec la collaboration de Benoit M.), 1988. Les pratiques des agriculteurs. Point de vue sur un courant nouveau de la recherche agronomique. Etudes rurales, 109 : 125-158.

Landais E., Faugère O., 1989. Un modèle illustré de système d'investigation pour l'étude pluridisciplinaire des systèmes d'élevage en milieu traditionnel africain. Cah. Rech. Dév., 25 : 75-94.

Landais E., Lhoste P., 1990. Les relations agriculture-élevage en Afrique intertropicale : un mythe techniciste confronté aux réalités de terrain. Cah. ORSTOM, sér. Sciences humaines, 26 (1-2) : 217-235.

Landais E., Lhoste P., Milleville P., 1987. Points de vue sur la zootechnie et les systèmes d'élevage tropicaux. Cah. ORSTOM, sér. Sciences humaines, 23 (3-4) : 421-437.

Lhoste P., 1984. Le diagnostic sur le système d'élevage. Cah. Rech. Dév., 3-4 : 84-88.

Lhoste P., 1986. *L'association agriculture-élevage : évolution du système agropastoral au Sine-Saloum, Sénégal.* Maisons-Alfort, France, Etudes et Synthèses de l'IEMVT, 21, 314 p.

Lhoste P., 1987. Les spécificités des systèmes d'élevage des régions chaudes justifient-elles des méthodes d'études propres ? *INRA,* Etudes et Recherches sur les systèmes agraires et le Développement, 11 : 103-116.

Lhoste P., Dollé V., Rousseau J., Soltner D., 1993. *Zootechnie des régions chaudes : les systèmes d'élevage.*, Paris, France, CIRAD et Ministère de la Coopération, coll. Manuels et précis d'élevage, 288 p.

Lhoste P., Milleville P., 1986. La conduite des animaux : techniques et pratiques d'éleveurs. *In : Méthodes pour la recherche sur les systèmes d'élevage en Afrique intertropicale.* Actes de l'atelier de M'bour, 2-8 février 1986, Maisons-Alfort, France, Etudes et Synthèses de l'IEMVT, 20, p. 247-268.

Milleville P., 1987. *Recherches sur les pratiques des agriculteurs.* Conférence du GCRAI, Montpellier, France, 18-22 mai 1987, 7 p.

Milleville P., 1991. Les systèmes d'élevage. *In : Un espace sahélien : la mare d'Oursi, Burkina Faso,* J. Claude, M. Grouzis et P. Milleville éd., Paris, France, ORSTOM, 241 p.

Moulin C.H., 1993. *Performances animales et pratiques d'élevage en Afrique sahélienne. La diversité du fonctionnement des troupeaux de petits ruminants dans la Communauté rurale de Ndiagne (Sénégal).* Thèse doctorat, INAPG, CIRAD-EMVT Montpellier, ENSAA Dijon, ISRA, 260 p.

Orsini J.P.G., Lhoste P., Bouchier A., Faye A., Niang L., 1985. Une typologie d'exploitations agropastorales au Sine-Saloum, Sénégal. Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop., 38 (2) : 200-210.

Salas M., 1989. *Système d'élevage bovin allaitant en Guadeloupe. Diagnostic et voies de développement.* Thèse doctorat, IEMVT-INRA, 348 p.

Sebillotte M., 1978. Itinéraires techniques et évolution de la pensée agronomique. C.R. Acad. Agric. Fr., 11 : 906-913.

Teissier J.H., 1979. *Relations entre pratiques et techniques. Conséquences pour la formation et la recherche.* INRAP, n° 38, 19 p.

Tourrand J.F., 1993. *L'élevage dans la révolution agricole au Waalo. Ruptures et continuité.* Thèse d'Etat, université Paris XII Val de Marne Créteil, CIRAD-EMVT, ISRA, 416 p.

Définition et discussion d'un dispositif de recherche-développement : cas du projet Silvânia dans les Cerrados (Brésil)

Bonnal Philippe[1] ; Zoby José Luiz Fernandez[2] ; Dos Santos Neusa Alice[2]

[1] CIRAD-SAR, BP 5035, 34032 Montpellier cedex 01, France

[2] EMBRAPA-CPAC, BR020, km 18 Rodovia Brasilia/Fortaleza, CEP 73301/970, CP 08223, Planaltina DF, Brésil

Résumé

Avec l'objectif de définir des méthodes d'intervention en milieu rural appuyant le développement économique et social des petits et moyens producteurs des Cerrados, peu touchés par la modernisation de l'agriculture des vingt dernières années, des institutions de recherche de d'assistance technique ont implanté, en 1986, un projet de recherche-développement dans un municipe représentatif de la problématique sociale et écologique de cette région. La définition de la méthodologie s'est affirmée progressivement à partir de l'identification des principaux facteurs limitants au niveau du système agraire et de l'analyse des stratégies des producteurs. Quelques options méthodologiques sont présentées, sur la modélisation systémique des unités de production, la gestion de l'innovation technique et sociale, le développement local et les changements d'échelle. Si l'utilisation de certains de ces choix est strictement liée au contexte de l'intervention, d'autres au contraire semblent devoir accepter un domaine d'application plus large.

Mots clés

Recherche-développement, pratique, technique, référence, cycle de vie, économie paysanne, intégration au marché, petits producteurs, Brésil.

Abstract

Definition and Discussion of a Project for Research and Development: The Case of the Silvânia Project in the Brazilian Savannah

In 1986, a research and development project coordinated by organizations for research and technical assistance was initiated in a village representative of the social and ecological contexts of the Brazilian savannah. It aimed to define intervention methods to aid the economic and social development of the region's small and medium farmers, scarcely touched by the agricultural progress of the past 20 years. The methodology developed gradually from identification of the major constraints of the agrarian systems and analysis of farmer strategies. The methodologies discussed here relate to systemic modeling of farming units, management of technical and social innovations, local development, and changes of scale. Although certain of these are applicable only to intervention, others are apparently appropriate for wider applications.

Introduction

Les remarquables résultats de la recherche agronomique brésilienne des vingt dernières années ont permis de développer et de diversifier considérablement les grandes productions agricoles destinées à l'exportation (soja, agrumes, bananes, canne à sucre...). Par contre, cette modernisation n'a pas touché l'agriculture paysanne qui, durant la même période, a stagné voire régressé sous l'influence du manque de financement, de la dégradation constante des prix des produits agricoles vivriers et de la concentration foncière. Ce phénomène se manifeste notamment par la stagnation de la productivité des cultures paysannes (haricot, riz, maïs, manioc, lait...) et la diminution en termes relatifs du nombre des exploitations agricoles. Ces éléments conjugués au manque d'emplois ruraux entretiennent et stimulent l'exode rural et les problèmes sociaux en zone urbaine. L'agriculture brésilienne est donc plus que jamais duale.

Depuis déjà une dizaine d'années, certaines institutions publiques de recherche agronomique questionnent ce mode de développement et cherchent à définir des méthodes d'intervention en milieu rural adaptées à la petite et moyenne agriculture. Le projet "Silvânia" de recherche-développement sur les systèmes de polyculture-élevage dans les Cerrado s'intègre dans cette dynamique. Mis en place en 1986 dans le municipe de Silvânia, Etat du Goiás, il est conduit par l'EMBRAPA-CPAC (Entreprise brésilienne de recherches agronomiques ; Centre de recherche des Cerrados), en association avec des organismes de développement, et avec l'appui du CIRAD-SAR (département des Systèmes

agroalimentaires et ruraux du CIRAD, France). A partir d'une démarche système, ce projet se propose de définir des méthodes d'intervention susceptibles d'appuyer le développement économique et social des petits et moyens producteurs de la région. De façon plus précise, il s'agit de négocier et de mettre au point avec les organisations paysannes un dispositif de conseil de gestion, basé sur un système de références locales, et de renforcer la capacité de gestion des institutions locales. En termes opérationnels, cela implique la définition des formes de collecte et de construction des références, l'adaptation du fonctionnement des organisations paysannes, la conduite d'une réflexion sur les modes de communication au sein des associations, la définition d'un système de gestion de l'innovation technique et d'envisager l'intégration des institutions à l'échelon municipal.

De manière générale, l'idée qui a prévalu pour définir le dispositif méthodologique est que les déterminismes pesant sur la petite et moyenne agriculture, quelle que soit leur nature, sont intégrés par les producteurs dans leurs stratégies de production, implicites ou explicites. Ces stratégies, à leur tour, peuvent se traduire par une résistance plus ou moins marquée vis-à-vis de l'innovation technique, en relation avec le degré de risque introduit. Dès lors, l'identification des déterminants et la compréhension des stratégies induites constituent la première étape de l'opération de recherche-développement, la suivante étant la mise en place d'un dispositif de gestion de l'innovation technique et sociale.

Après avoir présenté les principales caractéristiques et déterminants de la petite et moyenne agriculture dans la zone d'intervention, les stratégies des agriculteurs visant à assurer les fonctions économiques essentielles dans ce réseau de contraintes seront identifiées. Nous présenterons ensuite les principaux éléments du dispositif de recherche-développement, puis nous discuterons la portée potentielle de certains de ces choix.

Système agraire et stratégies des producteurs

Une situation de frontière agricole mais un marché encore peu incitatif

La situation du municipe de Silvânia (3 100 km^2, 2 500 producteurs) est caractéristique de la problématique des Cerrados, vaste plateau d'altitude (1 000 m) dont les terres acides ont très longtemps présenté un défi insurmontable pour le développement agricole. Zone de frontière agricole jusqu'aux années 80, les Cerrados du centre-ouest, et plus particulièrement du Goiás, connaissent aujourd'hui un processus de recomposition de l'occupation territoriale ; des pôles urbains, principaux et secondaires, s'affirment progressivement au détriment des zones rurales où le taux de croissance démographique est plus lent, voire négatif. Dans le municipe de Silvânia, essentiellement rural, le solde migratoire est négatif, bien que la population actuelle soit stable ; l'ensemble du territoire est approprié et anthropisé et la végétation naturelle a totalement disparu sur plus du tiers de la superficie.

Durant tout le processus de colonisation, on peut considérer que la petite et moyenne agriculture des Cerrados constitue en quelque sorte un sous-produit de l'agriculture latifundiste, se situant dans les interstices géographiques et économiques de cette dernière. Ainsi, cette agriculture résulte soit de l'installation des paysans sans terre employés des grands domaines, soit encore du fractionnement de ces derniers, soit enfin de l'arrivée de migrants pauvres venant de zones plus peuplées de l'est et du sud du pays. Elle se situe essentiellement dans les zones les plus découpées du plateau, présentant des difficultés de mécanisation, et elle s'attache à produire des denrées agricoles (lait, riz, manioc, haricot) non concurrentielles par rapport aux productions des grandes exploitations (soja, viande, maïs) (figure 1).

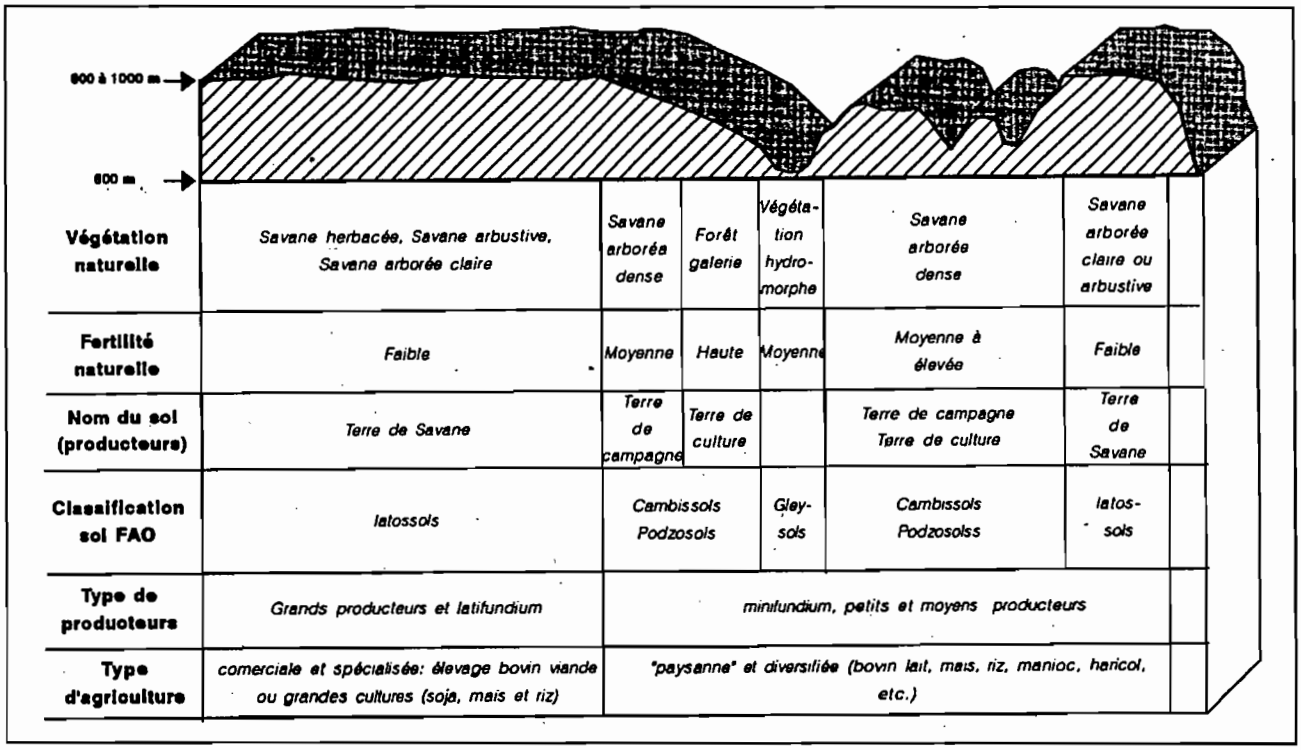


Figure 1. Toposéquence courante à Silvânia.

Divers facteurs influent profondément sur l'organisation des exploitations agricoles et les modalités productives, tels que la répartition spatiale de la fertilité le long de la toposéquence, le caractère peu incitatif des marchés dû à la faiblesse des prix agricoles et à leurs structures fréquemment oligopolistiques, le manque de financement pour la petite et moyenne agriculture et l'absence d'une législation agricole en matière de transmission patrimoniale (Bonnal *et al.*, 1993, comm. pers.).

On peut affirmer qu'en ce qui concerne les petits et moyens producteurs le désenclavement des Cerrados opéré dans les années 60 ne s'est pas traduit par un accès immédiat au marché et qu'il n'a pas conduit à une diversification importante de leurs productions agricoles. Il est alors logique de penser que cette modeste incitation n'a pas poussé les agriculteurs à remettre en cause fondamentalement leurs stratégies et leurs techniques.

Les observations de terrain et les résultats des traitements des données d'enquêtes ont permis d'identifier les principales stratégies des producteurs susceptibles de répondre à ce contexte particulièrement contraignant.

Une production agricole fortement internalisée et une bonne complémentarité économique entre les produits

En première observation, la répartition des productions permet d'assurer les fonctions sociales et économiques indispensables à la reproduction de l'unité de production, offrant, de ce fait, une bonne stabilité alimentaire et économique face aux aléas de tout type. Ainsi, l'exploitation agricole fournit les principaux produits de consommation courante nécessaires, tels que céréales, produits laitiers, fruits, légumes, viande (volailles, porcs), café, sucre, plantes médicinales, tabac, et même parfois du coton, transformé en vêtements et couvertures. L'exploitation fournit également les consommations intermédiaires, essentiellement destinées au bétail (maïs, fourrages cultivés, soja) et aux produits transformés (farine de manioc). La complémentarité des cultures de rente pour assurer les besoins financiers semble tout à fait satisfaisante : le lait couvre les besoins de trésorerie à court terme, et le riz les besoins à moyen terme. Les gros animaux (bovins) assurent l'épargne et l'investissement.

Il s'agit donc d'un système de production orienté par une recherche de stabilité et dont le niveau de performance technique et économique est étroitement lié à la productivité du travail. Il est permis de penser que cette dernière, alors que le niveau de substitution par le capital est bien souvent faible, représente un certain consensus entre la recherche de gains et la limitation de la pénibilité du travail. La contrainte de main-d'œuvre est plus ou moins pondérée par le recours à l'entraide, dont il existe diverses modalités impliquant ou non une réciprocité ; par ailleurs, elle est diminuée ou, à l'inverse, amplifiée selon que le producteur vend ou utilise de la main-d'œuvre salariée.

Cet équilibre entre productions végétales et animales doit cependant être construit par chaque génération de producteurs, puisque l'héritage implique le fractionnement du patrimoine entre les divers héritiers. Cette construction impose la réalisation d'un processus d'accumulation.

Un processus d'accumulation basé sur le troupeau

Ce processus, pour se réaliser, nécessite en premier lieu un système d'épargne, lequel est ici constitué par les bovins. En dehors de tout système de crédit, la constitution du patrimoine, composé essentiellement du foncier, se fait au moyen d'un processus itératif alternant des phases de croissance du troupeau et des ventes. Woortmann (1987) souligne l'existence d'une dynamique similaire dans la zone semi-aride, et Lena (1987) l'a observé également dans la région amazonienne. Par ailleurs, le troupeau étant généralement limité aux femelles, car les mâles sont vendus au sevrage, la réalisation de l'épargne se fait au prix d'une réduction importante de la capacité de production. Il y a durant tout le processus d'accumulation une opposition nette entre la production laitière et l'élargissement du patrimoine. Lors de la vente d'animaux, il y a diminution, voire arrêt de la production de lait, entraînant une diminution ou une disparition de la recette mensuelle, laquelle doit être, le plus souvent, remplacée par une vente de force de travail. De ce fait, la disponibilité en force de travail est un élément qui influe sur la capacité d'accumulation.

Modélisation systémique du système de production

La représentation globale du système de production, ou de certains de ses éléments, permet de préciser les dynamiques de différenciation des unités de production et de définir une typologie opérationnelle.

Cycle de vie du producteur et cycle de vie de l'exploitation agricole

La mobilisation de l'épargne n'est, bien évidemment, pas réservée aux seuls investissements en foncier, elle sert également à financer les investissements sociaux. Il apparaît ainsi clairement que le processus d'accumulation est discontinu, puisque les capacités d'épargne et de production qui le sous-tendent, ainsi que les besoins de consommation de la cellule familiale qui l'handicapent, varient au cours de la vie du ménage. Il est nul lorsque le producteur doit mobiliser son épargne pour des fins sociales ou juridiques : mariage (construction d'une maison), héritage (règlement des frais notariaux) ; il est lent lorsque la capacité de production est faible (jeune ménage avec des enfants en bas-âge ou, au contraire, ménage âgé après le départ des enfants) ; il peut être rapide lorsque la capacité de production est forte par rapport aux besoins de consommation, ce qui intervient essentiellement quand les enfants acquièrent leur pleine force de travail et dure jusqu'au moment de leur mariage. En accord avec Gastellu (1980), il est alors possible de penser que l'identification des fonctions économiques de la famille et la description de leur évolution durant le cycle de vie du producteur deviennent un bon instrument de compréhension de la propension à accumuler du ménage (figure 2).

L'évolution de l'unité de production est expliquée de façon satisfaisante par la disponibilité en main-d'œuvre familiale et le niveau des ressources en capital. Ces deux variables sont en fait des synthèses, la première est liée au cycle de vie du producteur tandis que la seconde synthétise

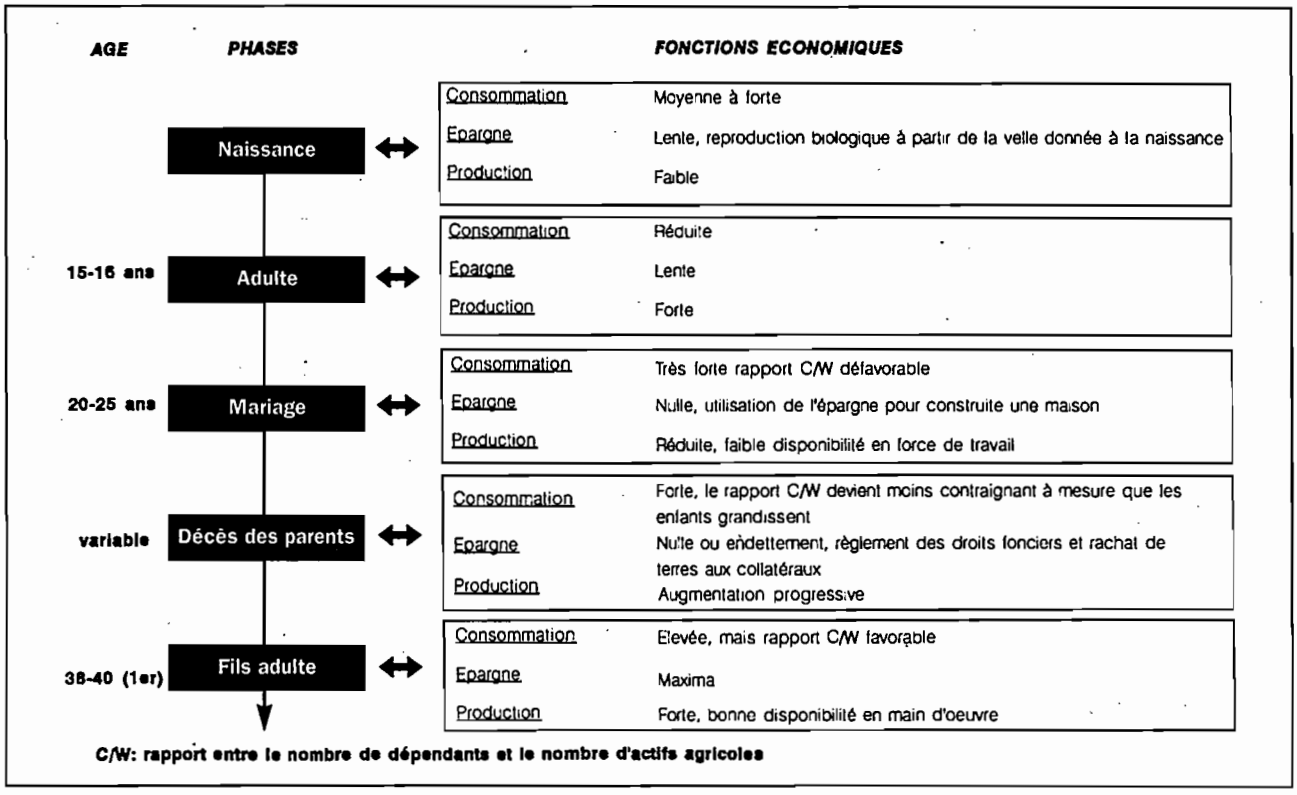


Figure 2. *Evolution des fonctions économiques du producteur selon son âge*

les résultats du processus d'accumulation. L'exploitation agricole a ainsi un cycle de vie lié à celui de son propriétaire, elle naît avec l'installation du jeune ménage, se développe souvent en relation avec la taille de la famille et se fragmente et disparaît lors de l'héritage. Durant ce cycle de vie, la fonction économique et sociale des productions évolue. Le riz, par exemple, est la plante pionnière du point de vue agronomique et économique, elle est la première culture introduite après défriche, elle est remplacée ensuite par les fourrages cultivés, elle est également la première spéculation de rapport, remplacée bientôt par le lait. Avec le développement de la production laitière, le riz se convertit souvent en une culture d'autoconsommation. Par contre, l'introduction de la traction mécanique le transforme en grande culture commerciale. De même, l'animal est dans un premier temps un élément de patrimoine biologiquement reproductible avant d'évoluer en un facteur de production de plus en plus spécialisé. Parmi ces évolutions, deux dynamiques sont identifiables. Pour la première, la réalisation des activités productives dépend fondamentalement de la main-d'œuvre familiale (travail manuel, faible disponibilité financière), le cycle de vie de l'exploitation est bien marqué, la logique relève du cadre théorique de l'économie paysanne. Pour la seconde, la substitution partielle de la main-d'œuvre familiale rend l'unité de production plus indépendante du cycle de vie du producteur et plus sensible aux sollicitations du marché, la logique s'inscrit dans le cadre théorique de l'économie de l'entreprise (familiale) (figure 3).

Cette logique d'évolution de l'exploitation agricole, basée sur le cycle de vie du producteur, constitue de toute évidence l'un des traits dominants de l'agriculture familiale de la région. Apparue très certainement dès l'émergence de cette forme d'agriculture à la fin du XVIII^{e} siècle, son maintien futur est lié à la stabilité de la situation actuelle de la pression démographique, du financement de l'agriculture et

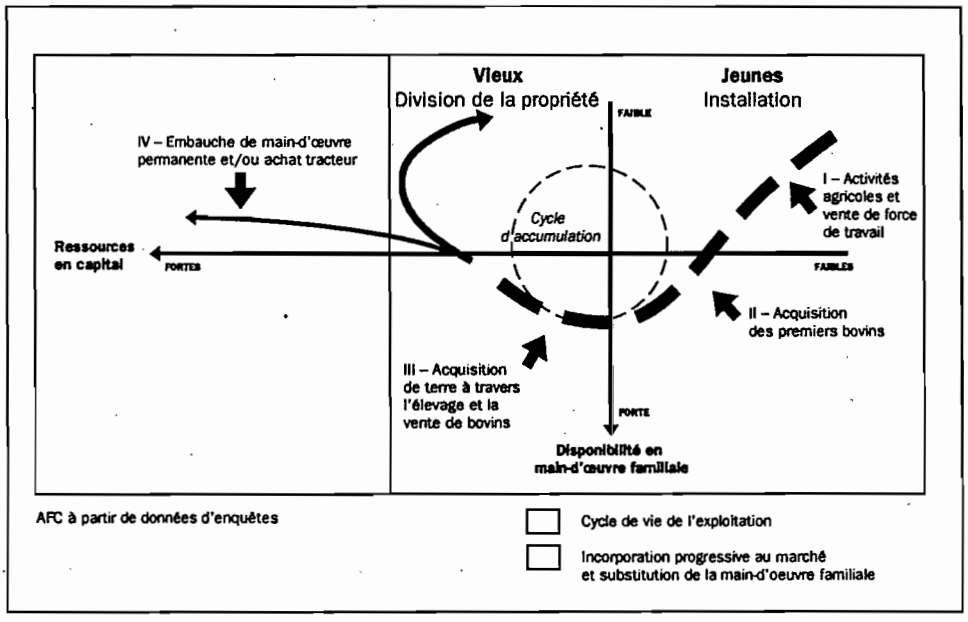


Figure 3. *Evolution des exploitations agricoles.*

du marché du travail. Facteur de stabilité, elle a permis aux exploitations agricoles familiales d'échapper en grande partie à la "crise de la fertilité" qui a bouleversé les grands domaines dans les années 60.

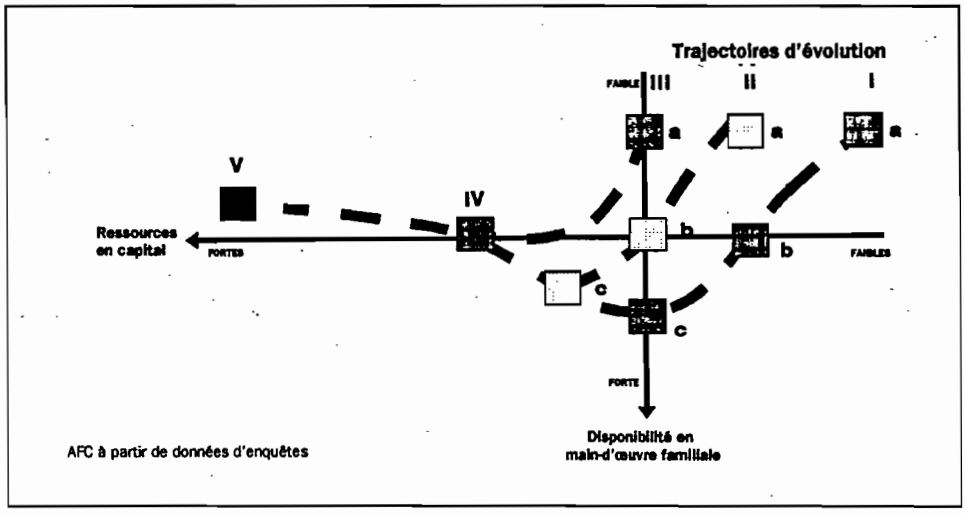


Figure 4. Les groupes de producteurs, conformation et évolution

Typologie des unités de production

La typologie reprend le schéma du cycle de vie en distinguant des situations remarquables du point de vue de la spécificité des décisions de gestion des agriculteurs. La prise en compte des différences quant aux dotations initiales en facteurs de production permet de distinguer trois trajectoires d'évolution, montrant que le développement économique des unités de production est d'autant plus rapide et plus sûr que le niveau des ressources disponibles au moment de l'installation du nouveau producteur est plus élevé. Pour chaque trajectoire (I, II et III), les groupes "a" correspondent à des débuts d'activité (jeunes producteurs) ou au contraire aux fins de carrière (producteurs âgés), situations où la disponibilité en main-d'œuvre familiale est minimale ; les groupes "b" et "c" représentent les classes d'âge intermédiaires différenciées par des niveaux de disponibilité en force de travail familiale croissants. Les groupes IV et, principalement, V sont des situations où la main-d'œuvre familiale est partiellement remplacée (figure 4).

Innovation technique endogène et innovation technique exogène

L'innovation technique peut être produite par les producteurs eux-mêmes (endogène), ou être proposée par des institutions d'appui (exogène) ; un dispositif de recherche-développement doit, pour nous, prendre en compte ces deux types d'innovations.

De la pratique à la référence

Si l'on admet un postulat de cohérence, qui consiste à affirmer que le producteur a de bonnes raisons de faire ce qu'il fait, et si l'on reconnaît l'existence d'un processus d'innovation paysanne, les pratiques des producteurs se convertissent en des objets d'analyse privilégiés. En effet, la pratique est un fait observable, provenant de la mise en œuvre d'une technique par le producteur. En qualité d'acte lié à un milieu précis, la pratique n'est pas transmissible, au contraire de la technique qui, elle, étant du domaine de la connaissance, a une portée plus large. Le passage de la pratique à la technique nécessite la réalisation d'un processus de modélisation, alors que le passage inverse, de la technique à la pratique, correspond à une expérimentation. La pratique représente donc une synthèse d'un processus expérimental conduit souvent exclusivement par le producteur (Landais et Deffontaines, 1990).

Le véhicule du passage entre la pratique et la technique est la référence locale. Une opération de recherche-développement cherchant à valoriser systématiquement les pratiques des producteurs se doit de posséder un dispositif de collecte et de mise en forme de l'information spécifique sur ce thème, ainsi qu'une méthode de validation de l'application des techniques et un système de diffusion-discussion des références.

Le dispositif retenu dans le cadre du projet Silvânia est un réseau de fermes de référence. Des exploitations agricoles font l'objet d'un suivi mensuel diversifié : itinéraires techniques (suivi de parcelle), troupeau, distribution du travail, flux de trésorerie. Des synthèses annuelles sont réalisées par thème et pour l'ensemble de l'unité de production. Des restitutions mensuelles et annuelles permettent de discuter les résultats, d'affiner la compréhension des stratégies du producteur et de confronter les points de vue du technicien et du producteur. Le choix des vingt-huit exploitations formant le réseau a été raisonné de manière à prendre en compte la diversité des situations auxquelles sont confrontés les producteurs, qu'il s'agisse des conditions socio-économiques ou agro-écologiques. Les unités de production ont donc été sélectionnées selon une matrice croisant les groupes typologiques et les unités de sol (tableau I).

La collecte, le traitement et l'utilisation de l'information génèrent des produits spécifiques, dont certains s'adressent essentiellement aux producteurs et à l'organisme de développement (les références technico-économiques), alors que d'autres sont plus particulièrement destinés à l'institution de recherche, tels que la caractérisation du système de production ou la modélisation et la simulation de son évolution (figure 5).

Les références sont élaborées selon différents niveaux de décision du producteur : système de production (ensemble famille-exploitation), système d'élevage (troupeau et cultures fourragères), système de culture (assolement et rotation des cultures analysés dans leur ensemble) et enfin, culture isolée. Pour le premier niveau, qui est le plus englobant, la référence met en concordance les principaux paramètres

Tableau I. Répartition des fermes de référence selon leurs conditions agroécologiques et socioéconomiques.

Types d'unités de production	Nombre d'exploitations accompagnées	Classes de sol					Total des situations prises en compte
		LV+LE	Cd	Ce	Pv+PE	"Terra Roxa"	
Ia	3	3	3	–	–	–	6
Ib	4	3	2	–	–	–	5
Ic	3	2	2	–	–	–	5
IIa	4	2	1	1	1	–	5
IIb	2	1	1	–	–	–	2
IIc	2	2	1	–	–	–	3
IIIa	3	1	3	1	1	–	6
IV	3	2	3	–	–	1	6
V	4	2	4	1	–	–	7
Total	28	18	20	3	2	2	45

LV : Latossol jaune ; LE : Latossol rouge ; Cd : Cambissol distrophique ; Ce : Cambissol eutrophique ; PV : Podzosol jaune ; PE : Podzosol rouge.

techniques et leurs sanctions économiques, atelier par atelier (productions végétales, productions animales, transformation des produits, productions non agricoles, etc.), puis spécifie les agrégations économiques. En ce qui concerne les trois niveaux suivants, une typologie des itinéraires techniques, réalisée par enquête, permet de définir les principales combinaisons pratiques/outils et de visualiser la variabilité des résultats pour chacune d'entre elles. Pour chaque itinéraire technique, une évaluation précise est faite grâce au suivi d'exploitation. Des variables sur l'état du milieu sont prises en compte, les temps de travaux, les flux (physiques et monétaires) sont mesurés. La variabilité des résultats obtenus, bien que toujours inférieure à celle existant entre les itinéraires techniques, est fréquemment importante. Parmi les différents cas pris en compte, sont alors sélectionnés, pour former une référence, ceux qui sont jugés les plus performants. Le choix se fait à partir de variables de contrôle définies en accord avec le type de l'exploitation susceptible d'utiliser cette référence. En fait, il s'agit le plus souvent de sélectionner les pratiques qui minimisent les dépenses de production et les temps de travaux et maximisent la productivité des facteurs rares (capital et main-d'œuvre familiale). Ces références, correspondant à des pratiques et des choix stratégiques des producteurs, constituent ensuite des supports de discussion, individuelles et collectives, pour analyser avec les producteurs leur logique et leur applicabilité dans des conditions différentes.

La collecte d'information et l'élaboration des références sont en cours ; celle-ci doit être progressivement prise en charge par les organismes professionnels.

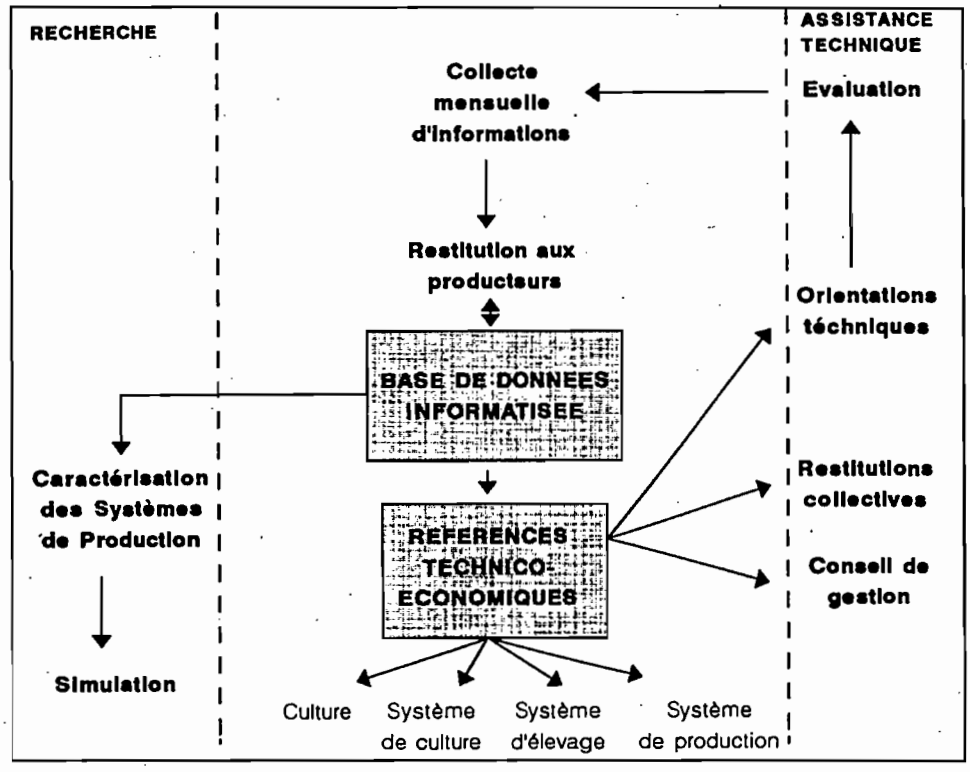


Figure 5. *Gestion du réseau de fermes de références.*

Démonstration et validation

L'expérimentation agronomique en exploitation agricole est une option qui n'a pas été retenue par l'équipe de recherche-développement en raison, notamment, de l'existence fréquente d'une absence de correspondance entre les objectifs des chercheurs et ceux du producteur, rendant la qualité de l'information collectée aléatoire. Par contre, la sélection et l'implantation de thèmes techniques nouveaux, suffisamment testés en station ou en terrain expérimental, définis à partir d'une analyse commune entre producteurs et techniciens, nous semblent constituer une bonne solution. Les innovations sont validées par le suivi, et constituent des références, au même titre que les pratiques innovatrices des producteurs, puis elles sont discutées et diffusées d'une façon similaire.

En fait, l'option choisie en matière de gestion de la technologie est de chercher à augmenter l'éventail des choix possibles des producteurs, que ce soit à partir de leurs

propres innovations ou à partir de propositions des services de recherche ou de développement. Dans les deux cas, il s'agit de recenser, d'évaluer et de présenter les innovations en une forme compréhensible par les producteurs, pour que ceux-ci puissent négocier dans les meilleurs termes leur adaptation à un contexte économique en évolution.

Innovation sociale, développement local et changement d'échelle

Localement, trois éléments, d'ordre macro-économique, déterminent l'orientation du développement rural : le désengagement de l'Etat, le mode d'allocation du crédit agricole et l'organisation administrative.

Le désengagement de l'Etat se traduit par une forte fragilisation des institutions publiques de développement agricole et une absence pratiquement complète d'appui direct aux petits producteurs. Cette dynamique est néanmoins contrebalancée par la libération de lignes de crédit collectif aux organisations de producteurs avec redistribution possible entre les membres. La conjonction de ces deux incitations a stimulé très favorablement la création d'associations. L'organisation administrative décentralisée et l'existence d'un réel pouvoir de décision à l'échelle municipale contribuent à favoriser l'initiative locale. Il y a là des conditions favorables à l'instauration d'un tissu institutionnel local dense. Ainsi, de nombreuses associations de producteurs se sont-elles créées au cours des deux dernières années, et des crédits d'équipement ont été alloués. La dotation collective en outils de traction mécanique, l'accès des producteurs aux amendements calcaires, l'acquisition d'animaux de bonne qualité génétique, la création d'ateliers de transformation des produits agricoles contribuent à changer la situation technico-économiques des producteurs. Le projet de recherche-développement profite de cette opportunité en aidant les agriculteurs à se structurer et à gérer l'évolution de leurs organisations, à identifier les secteurs d'investissement les plus favorables, à programmer leur modernisation. L'organisation des producteurs constitue donc la principale innovation sociale. Avec la création d'une structure fédérative municipale, la centrale des producteurs, et l'engagement d'un technicien pour valoriser les références locales et appuyer le développement des associations, les organisations de producteurs commencent à conquérir des secteurs d'activité qui relèvent de la compétence d'organismes publics. Le rôle du projet de recherche-développement est d'étudier et d'aider cette mutation institutionnelle.

Se pose alors le problème de l'intégration des autres secteurs économiques du municipe, et de la valorisation de leur complémentarité. En d'autres termes, il s'agit de réfléchir à la possibilité de prolonger les organisations professionnelles existantes (producteurs ruraux, artisans, commerçants) par des organismes interprofessionnels permettant d'augmenter la part de la valeur ajoutée locale et de faciliter l'intégration dans des marchés distants. Les services de la municipalité animent actuellement une réflexion sur ce thème.

Le municipe constitue, par ailleurs, une échelle d'intervention privilégiée pour les projets de recherche-développement au Brésil, puisqu'il est tout à la fois un maillon élémentaire vis-à-vis du pouvoir administratif et politique, des services publics de développement, des organisations des producteurs, des organismes sociaux (syndicats), et de l'information statistique. Cette cohérence est un atout extrêmement favorable pour envisager les changements d'échelle des activités à partir d'un processus de diffusion horizontal. Une première application dans un municipe voisin vient confirmer la faisabilité de cette hypothèse.

Conclusion

A partir de l'expérience de recherche-développement présentée ici, nous pouvons souligner quelques choix méthodologiques qui nous semblent avoir un certain caractère de généralité.

En premier lieu, l'importance que revêt une analyse des facteurs macro-économiques déterminants et l'étude des stratégies paysannes induites, pour définir le dispositif de recherche-développement, est ici réaffirmée. Parmi les déterminants macro-économiques, la dynamique et l'ancienneté du peuplement lié à l'état du marché semblent particulièrement éclairantes.

En second lieu, la grille typologique proposée à partir des disponibilités en main-d'œuvre familiale et en ressources de capital permet d'identifier des situations cohérentes, du point de vue de la gestion, et révélatrices de la diversité des exploitations en transition d'une économie paysanne à une situation de forte insertion dans le marché. La distinction de la dotation initiale en facteurs de production permet en outre de visualiser correctement les dynamiques d'accumulation.

Enfin, l'élaboration de références locales à partir d'un dispositif croisant situations agro-écologiques et socio-économiques permet de relever et d'étudier les pratiques des producteurs auprès d'un nombre relativement élevé d'unités de production, et d'établir des points de repère de discussion et de formation pour un grand nombre d'agriculteurs.

Références bibliographiques

Gastellu J.M., 1980. ... Mais où sont donc ces unités économiques que nos amis cherchent tant en Afrique ? Cahiers ORSTOM, série Sciences humaines, 27 (1-2).

Landais E., Deffontaines J.P., 1990. Les pratiques des agriculteurs, point de vue sur un courant nouveau de la recherche agronomique. *In : Modélisation systémique et système agraire, décision et organisation*, J. Brossier, B. Vissac et J.L. Le Moigne éd., Paris, France, INRA, p. 31-64.

Lena P., 1987. Colonisation et modernisation agricole en Amazonie brésilienne. *In : Etats, Développements, Paysans*, Actes du colloque CIRAD-MESRU, septembre 1985, Montpellier, France, CIRAD, p. 198-208.

Woortmann E.F., 1987. A miuça e o gado : a lógica da criação camponesa. Ensaios Econômicos e Socias, 6 (1) : 41-65.

Une méthode d'étude des systèmes agraires en Afrique de l'Ouest par l'analyse de la diversité et de la dynamique des agrosystèmes villageois

Jouve Philippe ; Tallec Michel
CNEARC-CIRAD, 1101, avenue d'Agropolis, 34000 Montpellier, France

Résumé

Les recherches sur les systèmes de production agricole se font le plus souvent à des échelles qui ne correspondent pas à celles des zones d'intervention des projets de développement, généralement de dimension régionale. Cette différence d'échelle conduit à mettre en cause l'utilité et l'opérationnalité de nombreux programmes de recherche sur les systèmes de production. Pourtant, l'application de l'approche systémique à l'étude du milieu rural fournit un concept adapté à l'échelle régionale, le concept de système agraire. Mais son opérationnalité pose problème. Celle-ci nécessite de préciser la démarche concrète permettant de le mettre en pratique. C'est cette démarche que se propose de présenter la présente communication, en valorisant les études de systèmes agraires effectuées dans différentes régions d'Afrique de l'Ouest (Maradi et région de Fillingue, au Niger ; Notse, au Togo ; Sine-Saloum, au Sénégal ; Fouta-Djalon et région de Koba, en Guinée). La démarche adoptée est fondée sur le repérage des caractéristiques distinctives des systèmes agraires (paysages agraires, règles et pratiques communes adoptées par une société rurale pour l'exploitation agricole et la gestion de son espace et de ses ressources). Dans les régions étudiées, l'entité territoriale et humaine qui est apparue comme le site élémentaire le plus approprié pour repérer ces caractéristiques est le village. Une stratification préalable du milieu physique et humain permet de construire un échantillon raisonné de villages, dont on étudie le fonctionnement en utilisant le concept d'agrosystème villageois (ASV). L'étude comparée de ces ASV et leur typologie permettent ensuite d'analyser la diversité et la dynamique des modes d'exploitation du milieu et fournissent les clés de compréhension du fonctionnement du système agraire de la région considérée. Cette démarche, qui se situe entre la démarche d'experts et l'étude approfondie de terroir villageois, est finalisée par la mise en évidence des contraintes et possibilités de développement rural de la zone étudiée. Elle met en évidence l'intérêt de raisonner les programmes de recherche et de développement en fonction des spécificités et de la dynamique des systèmes agraires.

Abstract

Study of Agrarian Systems in West Africa Based on Analysis of the Diversity and Dynamics of Village Farming Systems

Research into farming systems is frequently performed on scales that do not correspond to those of the intervention zones—generally at regional level—of development projects. This difference in scale raises questions as to the utility and operational value of numerous research programs concerning farming systems. Application of the systemic approach to the study of rural environments does provide a concept—that of agrarian system—adapted to the regional scale, but its operational capability is a major problem. A concrete procedure must be formulated whereby the concept of agrarian system may be applied. Studies of agrarian systems performed in various parts of West Africa (Maradi and the Fillingue region in Niger, Notse in Togo, Sine-Saloum in Senegal, and Fouta-Djhalon and the Koba region in Guinea) form the basis of the procedure presented in this paper. The procedure involves identification of the distinctive characteristics of agrarian systems (farming landscapes, rules and common practices adopted by a rural society to farm and to manage its land and resources). In the regions investigated, the village was found to be the most appropriate territorial and human unit for observation of these features. Prior stratification of the physical and human environments was used to construct a reasoned sample of villages, the organization of which was studied using the concept of village agrosystem. Comparative study of the village agrosystems and their typology permitted subsequent analysis of the diversity and dynamics of use of the environment and provided the keys for understanding the organization of the agrarian system in the study region. This procedure, which lies part way between a specialist approach and in-depth study of village lands, reveals the constraints and opportunities for rural development in the study area. In general, the procedure has demonstrated the advantages of formulating research and development programs in terms

of the particular characteristics and dynamics of agrarian systems.

Introduction

Les recherches sur les systèmes de production agricole se font le plus souvent à des échelles qui ne correspondent pas à celles des zones d'intervention des projets de développement, généralement de dimension régionale. Cette différence d'échelle conduit à mettre en cause l'utilité de nombreux programmes de recherche sur les systèmes de production.

Pourtant, l'application de l'approche systémique à l'étude du milieu rural fournit un concept adapté à l'échelle régionale : le concept de système agraire. Son opérationnalité nécessite de préciser la façon dont on peut le mettre en pratique. C'est ce que nous nous proposons de faire dans cette communication, en présentant la démarche que nous avons élaborée à l'occasion d'études de terrain, effectuées dans différentes régions d'Afrique de l'Ouest.

Mais au préalable, il nous paraît utile de présenter et discuter les choix méthodologiques qui sous-tendent cette démarche.

Un système agraire peut se définir comme *"...le mode d'organisation adopté par une société rurale pour exploiter son espace et gérer ses ressources. Ce mode d'exploitation du milieu résulte des interactions entre les contraintes et possibilités du milieu physique, les caractéristiques socioéconomiques du peuplement humain et les acquis techniques de la société rurale, l'ensemble de ces interactions étant soumis à l'influence de facteurs externes liés à l'environnement du système. Par ailleurs, un système agraire est le produit de l'histoire d'une société rurale, au cours de laquelle se sont façonnés des paysages et ont été définies des "règles" techniques, économiques et sociales concernant les modes d'exploitation de son milieu."* (Le mot règle étant entendu ici dans le sens que Bourdieu donne à la notion d'habitus, c'est-à-dire comme un ensemble de principes d'organisation en grande partie implicites, non formalisés mais reconnus par tous).

Compte tenu de la définition précédente, qui souligne la dimension spatiale d'un système agraire et son caractère dynamique, son étude concrète va donc poser deux questions essentielles : comment aborder la diversité géographique des modes d'exploitation du milieu ? Comment étudier leur évolution au cours du temps ?

Extension spéciale et diversité géographique des systèmes agraires

Comme nous l'avons déjà montré (Jouve, 1988), l'analyse des paysages agraires et le repérage des règles communes en matière d'exploitation et de mise en valeur du milieu constituent deux moyens privilégiés pour identifier l'extension spatiale d'un système agraire.

Mais, pour que ces moyens soient efficaces, encore faut-il préciser les conditions de leur mise en œuvre, en particulier l'échelle à laquelle on doit se placer pour les appliquer. Un paysage se définissant comme la portion d'espace que l'on peut embrasser du regard, son analyse nécessite de se situer à l'échelle locale, celle du transect ou du terroir. Quant à l'identification des règles communes d'exploitation du milieu, elle peut être faite à partir d'enquêtes individuelles auprès de tous ceux qui y sont soumis, mais leur caractère sociétal plaide en faveur d'enquêtes auprès des communautés rurales.

De ces différentes considérations résulte le choix de l'échelle du site élémentaire d'étude du fonctionnement d'un système agraire. Dans de nombreuses sociétés traditionnelles, c'est le village qui apparaît comme le site le plus approprié pour repérer les règles communes d'exploitation du milieu (règles foncières, d'organisation du travail, de conduite des cultures et des troupeaux, etc.) ainsi que pour décrire les paysages, en particulier étudier la distribution spatiale des catégories de base de l'espace agraire que sont l'*ager*, le *saltus*, la *sylva* et l'*hortus*.

Dans notre démarche, nous avons considéré le village comme une entité territoriale et humaine dont l'analyse nous renseigne sur le fonctionnement du système agraire au sein duquel il est inclus. Pour cela, il faut évidemment dépasser l'étude monographique et chercher à rendre compte du fonctionnement global et synthétique du village. C'est dans cette perspective que nous avons adopté la notion d'agrosystème villageois, qui peut se définir comme l'organisation adoptée par une communauté villageoise pour exploiter son espace, gérer ses ressources et subvenir à ses besoins.

Si le village, dans la plupart des régions étudiées en Afrique de l'Ouest, s'est avéré comme le site d'étude élémentaire des systèmes agraires le plus approprié, il existe cependant des situations où d'autres unités territoriales et humaines apparaissent comme plus pertinentes : secteur hydraulique dans certains grands périmètres d'irrigation, vallée dans les zones de montagne, quartier dans le pays Bamiléké, colline au Rwanda etc.

Adopter l'approche systémique pour rendre compte des modes d'exploitation du milieu rural conduit à identifier différents niveaux d'organisation, emboîtés les uns dans les autres sans pour autant être de même nature (Jouve et Clouet, 1984 ; Hart, 1982).

Le village considéré comme un agrosystème est un de ces niveaux. Il constitue un sous-ensemble du système englobant qu'est le système agraire, mais ne saurait se confondre avec lui. C'est l'ensemble des agrosystèmes villageois d'une région, leur diversité, leur dynamique, les relations qu'ils ont entre eux qui vont permettre de caractériser les systèmes agraires de cette région.

Mais au sein du niveau d'organisation que représente le village, on peut également identifier des sous-ensembles, les exploitations ou les unités de production, dont l'analyse va permettre d'affiner la compréhension globale du système.

En effet, si un système agraire s'identifie à partir de règles communes d'exploitation du milieu, son fonctionnement va aussi dépendre de la diversité des systèmes de production mis en œuvre à l'échelle des exploitations.

La part d'explication du fonctionnement d'un système agraire qui incombe aux règles communes d'exploitation du milieu repérées à l'échelle des agrosystèmes villageois et celle qui découle de l'analyse de la diversité des systèmes de production sont variables suivant les situations agraires.

Schématiquement, dans les sociétés de type primitif, la part de compréhension du fonctionnement du système agraire à partir de l'analyse des pratiques communes d'exploitation du milieu sera essentielle. Comme le dit Pierre Clastres : *"La propriété essentielle de ces sociétés, c'est d'exercer un pouvoir absolu et complet sur tout ce qui les compose, c'est d'interdire l'autonomie de l'un quelconque des sous-ensembles qui les constituent, c'est de maintenir tous les mouvements internes conscients et inconscients, qui nourrissent la vie sociale, dans les limites et dans la direction voulues par la société."* En revanche, dans les sociétés rurales modernes favorisant l'autonomie des individus ou dans celles où l'histoire a généré de fortes différenciations sociales, l'étude des stratégies d'exploitation suivant les situations personnelles, familiales ou de classe sociale sera indispensable à l'étude du système agraire régional. Mais dans les deux cas doivent être prises en compte, dans des proportions variables, pratiques communes et stratégies particulières des exploitations. Négliger les premières, c'est enlever au concept de système l'essentiel de sa substance ; ignorer les secondes, c'est nier le poids des stratifications sociales.

Cette prise en compte simultanée du collectif et de l'individuel, du général et du catégoriel, en proportion variable suivant les situations agraires, trouve également sa justification dans le fait qu'un certain nombre de caractéristiques du fonctionnement global d'un système agraire résulte des relations de complémentarité et de concurrence qui s'établissent entre les différents types de systèmes de production mis en œuvre à l'échelle des exploitations agricoles.

Ainsi, au Sahel, les relations de complémentarité entre agriculteurs sédentaires et éleveurs transhumants ont été pendant longtemps une des bases du fonctionnement des systèmes agraires de la région (Lhoste, 1987). La dégradation de ces relations, de plus en plus concurrentielles au fur et à mesure que s'accroît la compétition sur l'espace, est un élément essentiel de la dynamique actuelle de ces systèmes et de leur difficulté à se reproduire tels qu'ils ont fonctionné jusqu'ici. Au Togo, dans la région centrale des plateaux, ce sont les relations entre autochtones et allochtones qui s'avèrent déterminantes sur le fonctionnement des systèmes agraires (Tallec, 1986), à l'instar des relations entre les anciens propriétaires de la terre et leurs anciens captifs au Fouta-Djallon (Maringue, 1992).

Au Maroc, comme dans la plupart des pays ayant fait l'objet d'une forte colonisation territoriale (Amérique latine), l'analyse des rapports entre exploitations modernes et traditionnelles, latifundiaires et microfundiaires, est également indispensable à la compréhension du fonctionnement global des systèmes agraires.

Au sein d'un espace donné, les modes d'exploitation du milieu sont rarement homogènes, du fait de la variation des conditions du milieu physique, de la nature du peuplement humain, de sa densité ou de tout autre facteur. Délimiter l'extension spatiale d'un système agraire va donc exiger que l'on puisse apprécier cette diversité. On considérera que, dans un espace donné, on a affaire à un même système agraire lorsque les variations de l'exploitation du milieu au sein de cet espace sont moins fortes que celles que l'on observe à l'extérieur. Comment faire cette distinction dans la pratique ?

Dans la démarche que nous avons adoptée en Afrique de l'Ouest, nous avons procédé de la façon suivante : une fois choisi le site élémentaire d'enquête (village ou son équivalent), on sélectionne sur l'ensemble de la zone d'étude un échantillon de sites en fonction de la diversité géographique des conditions physiques et humaines de l'exploitation du milieu (sol, climat, densité de population, etc.). Puis, par l'analyse comparative de ces différents sites, on peut, d'une part, déterminer si l'on a un ou plusieurs systèmes agraires dans la zone d'étude et quelle est leur extension géographique, d'autre part, analyser au sein de chaque système les variations internes des modes d'exploitation du milieu.

Dynamique des systèmes agraires. Intérêts et limites de l'approche historique

Il est difficile de juger du fonctionnement d'un système sans considérer son évolution au cours des temps. En effet, l'analyse du passé nous permet de mieux expliquer le présent et renforce notre capacité à prévoir l'avenir. Dans le cas des systèmes agraires, cette étude diachronique de leur fonctionnement est particulièrement utile pour juger des conditions de reproduction de ces systèmes et évaluer le caractère durable de l'agriculture à laquelle ils correspondent.

Par ailleurs, nous avons vu qu'un système agraire est le produit de l'histoire des relations d'une société rurale et de son milieu. Il paraît donc logique de penser que l'approche historique constitue une méthode tout indiquée pour étudier l'évolution des systèmes agraires.

Si cette méthode est effectivement bien adaptée aux sociétés qui disposent de documents permettant de reconstituer leur histoire agraire comme a pu le faire Marc Bloch dans son ouvrage, *Les Caractères originaux de l'histoire rurale française*, en revanche, l'entreprise est plus difficile, voire impossible, pour les sociétés sans écriture, c'est-à-dire sans documents pour attester des étapes de leur évolution agraire. On retrouve ici la distinction faite précédemment entre les sociétés dites primitives et les sociétés historiques.

Cependant, comme le dit J.-M. Legay, même dans ce deuxième type de société, l'étude du passé n'est guère facile : *"Le passé est un piège, il n'est pas une expérience. Les pièces à conviction ne sont accessibles que grâce à des détours techniques et méthodologiques malaisés."* Les acquis récents des historiens le conduisent à constater que *"La plupart des affirmations de l'histoire traditionnelle sont en cours de destruction depuis dix à vingt ans... Ainsi, on a pu, à coup d'erreurs historiques, monter de toutes pièces des théories, si ce n'est des idéologies, dont ces erreurs étaient le seul soutien."*

La lecture d'un certain nombre de textes concernant l'évolution agraire des pays tropicaux ne peut que conforter ce scepticisme et cette prévention à l'égard de l'approche historique. Faut-il pour autant s'en passer ? Certainement pas.

Chaque fois que l'on peut disposer des documents et des informations nécessaires à la reconstitution du passé, l'approche historique est d'un grand secours pour comprendre la dynamique des systèmes agraires.

Pour les situations où les documents écrits font défaut, on peut recourir à la tradition orale, mais la fiabilité des informations décroît rapidement au fur et à mesure que l'on remonte dans le temps et, très vite, le mythe, la légende, en survalorisant le passé, prend le pas sur la véracité des faits.

Confrontés à ce type de situation dans l'étude de la dynamique des systèmes agraires en Afrique subsaharienne, nous avons été amenés à utiliser une autre approche, dont le principe consiste à *"...valoriser la diversité géographique des modes d'exploitation agricole du milieu pour reconstituer leur évolution historique, (à) utiliser la synchronie des situations pour connaître leur diachronie".* Cette méthode n'est pas nouvelle ; déjà des historiens comme M. Bloch l'avaient utilisée en comparant la physionomie des paysages agraires à un moment donné pour en comprendre la dynamique historique, ce qui faisait dire à ce dernier : *"Pour interpréter le passé, c'est vers le présent, ou du moins vers un passé tout voisin du présent, qu'il sied d'abord de regarder."* Cela vaut notamment lorsque la documentation concernant les études agraires est déficiente, ce qui est le cas dans de nombreux pays d'Afrique noire. Mais l'opérationnalité de cette méthode nécessite qu'un certain nombre de conditions soient réunies.

Il faut tout d'abord qu'il y ait une diversité intrarégionale des modes d'exploitation du milieu, ce qui est très généralement le cas. Il faut ensuite s'assurer que cette diversité n'est pas due à des facteurs conjoncturels ou liée à des stratégies individuelles, mais associée à des facteurs historiques d'évolution des systèmes agraires. Parmi ces facteurs, la densité de population et la pression foncière qui en résulte comptent parmi les facteurs les plus importants de l'évolution agraire des sociétés préindustrielles, comme a pu le montrer E. Boserup. En Afrique subsaharienne, du fait des conflits interethniques et de la présence dans le passé d'Etats suffisamment puissants pour assurer la protection de leurs populations, notamment vis-à-vis des ravages de la traite, mais aussi du fait de l'existence d'endémies affectant certaines régions (par exemple, l'onchocercose dans les vallées des Voltas), la densité d'occupation de l'espace est loin d'être homogène et ne reflète qu'en partie les plus ou moins grandes potentialités agricoles du milieu.

Cette hétérogénéité de peuplement se traduit par une diversité des modes d'exploitation du milieu, qui permet d'en repérer les différents stades d'évolution au fur et à mesure de l'accroissement démographique et de la pression foncière.

C'est sur la base de ce principe de correspondance entre diversité géographique et évolution historique des modes d'exploitation agricole du milieu que nous avons analysé la dynamique des systèmes agraires dans différentes régions d'Afrique subsaharienne : département de Maradi, au Niger (P. Jouve, 1984) ; région de Notse, au Togo (M. Tallec, 1986) ; région de Fillingué, au Niger (Y. Jusserand 1992) ; région du Fouta-Djalon et de Koba, en Guinée (V. Maringue, 1993 ; C. Tavan, 1993) ; vallée de l'Ouneine, dans le Haut-Atlas marocain (P. Clochard, 1993).

C'est à partir de l'expérience accumulée sur ces différents terrains que nous proposons la démarche suivante concernant l'étude des systèmes agraires.

Démarche d'étude des systèmes agraires à partir de l'analyse et de la diversité des agrosystèmes villageois

Cette démarche, représentée dans la figure 1, comporte les cinq étapes suivantes : valorisation des informations existantes ; prézonage de la région ; enquête des agrosystèmes villageois (ASV) ; typologie des agrosystèmes villageois ; extension et finalisation des résultats.

Première étape : valorisation des informations existantes

Cette phase préliminaire consiste à prendre connaissance des données déjà acquises sur les conditions et modes d'exploitation agricole de la région d'étude.

Ces informations peuvent être recueillies auprès de personnes ressources et d'agents de développement connaissant bien leur zone. Elles sont aussi à rechercher dans la bibliographie. Rares sont les régions, même dans les pays en développement, dont les conditions du milieu physique ou l'activité agricole n'ont pas fait l'objet d'études antérieures. Cette valorisation de l'information existante va être utilisée pour, d'une part, choisir le site élémentaire d'étude du système agraire, d'autre part, effectuer un prézonage de la région.

Deuxième étape

Le prézonage de la région

En fonction des informations existant déjà sur la région et d'une prospection rapide de celle-ci, on identifiera les critères que l'on considère comme pouvant avoir une influence sur les modes d'exploitation du milieu. Ces critères peuvent concerner les conditions climatiques, les sols, le relief, la nature et la densité du peuplement humain, les infrastructures, etc.

Ils correspondent, à ce stade de l'étude, à des hypothèses sur les facteurs de différenciation de l'exploitation agricole du milieu. C'est à partir de ces critères que l'on va établir le prézonage de la région étudiée, en délimitant et cartographiant des zones homogènes par rapport aux critères retenus. A ce stade de l'étude, pour ne pas trop préjuger de la suite, nous désignons ces zones homogènes par le terme relativement neutre de situations agricoles. Sur la base de ces situations agricoles, on sélectionne alors un échantillon de sites d'enquête. Leur nombre sera fonction à la fois de la diversité des situations agricoles et du temps disponible pour les enquêtes de terrain. Dans les études effectuées en Afrique de l'Ouest, le nombre de villages retenus a varié entre 15 et 25.

L'élaboration du guide d'enquête des agrosystèmes villageois

En même temps que l'on choisit le nombre et la répartition géographique des villages (ou de leurs équivalents), on procède à l'établissement du guide d'enquête des agrosystèmes villageois. Ce guide est structuré autour de thèmes d'enquête dont certains sont fonction des caractéristiques particulières de la zone d'étude.

Les thèmes de base retenus sont :

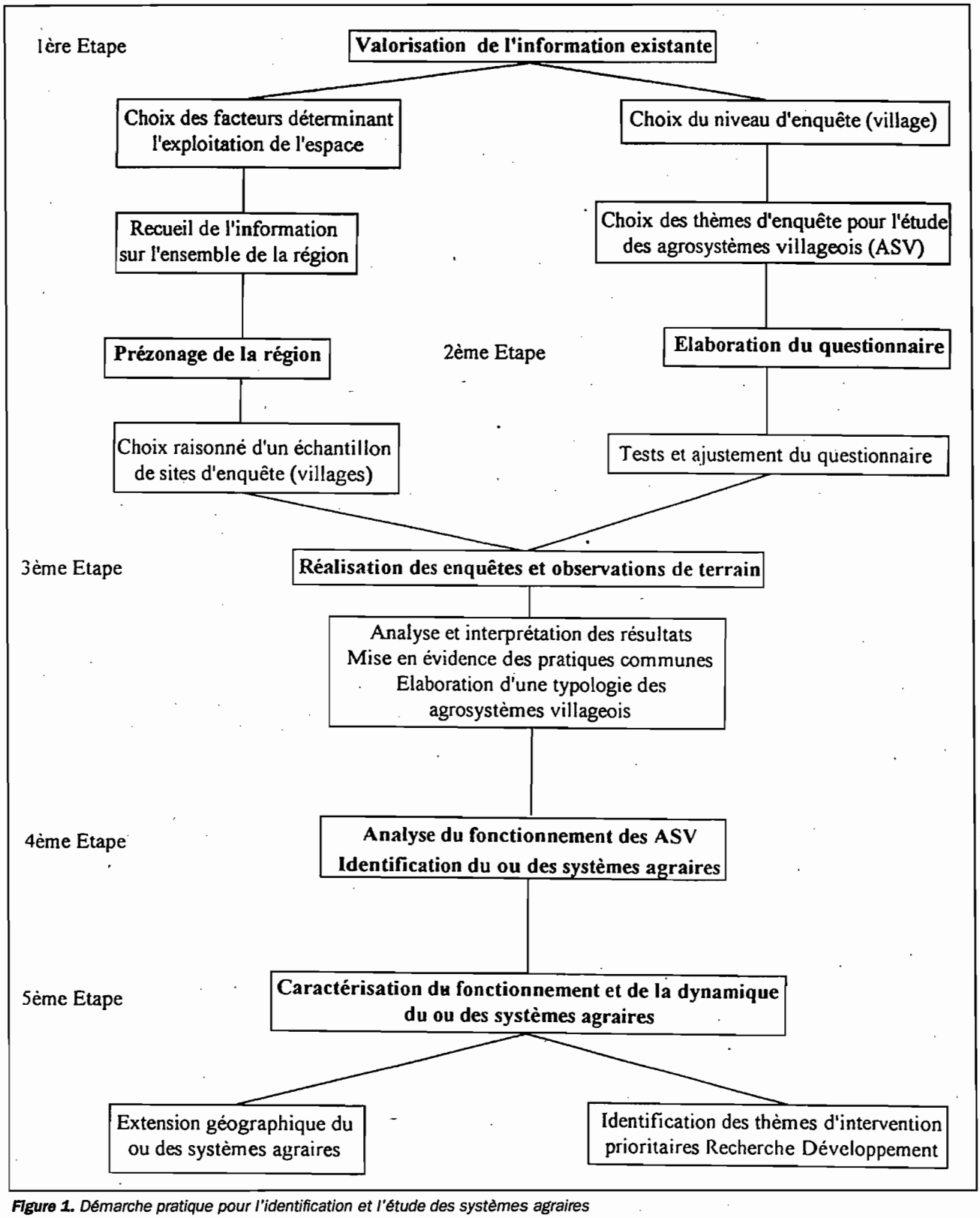


Figure 1. *Démarche pratique pour l'identification et l'étude des systèmes agraires*

- l'histoire du peuplement humain et de la mise en valeur du milieu ;
- l'organisation sociale et la structure agraire du village (caractérisation structurelle des exploitations) ;
- l'occupation de l'espace. L'établissement d'un schéma du territoire villageois permettra d'identifier les types d'occupation de l'espace (terres de culture, parcours, forêts, habitations), les différentes unités de milieu physique, les terrains repérés à partir des appellations vernaculaires utilisées par les villageois, la répartition des systèmes de culture et leur correspondance avec les terrains, la structuration foncière (quartiers) et toute autre indication permettant d'avoir une compréhension globale de l'occupation de l'espace ;
- les règles communes au village, en matière de gestion et d'utilisation des moyens de production (terre, travail, crédit, etc.) et des ressources naturelles (parcours, forêts,

eau, etc.). On s'attachera à repérer les modes de gestion sociale de ces ressources ;
– les pratiques concernant le fonctionnement des systèmes techniques de production, c'est-à-dire les modes de conduite des cultures et des troupeaux.

Les thèmes spécifiques d'enquête choisis en fonction des investigations préalables et des problématiques particulières à telle ou telle région peuvent concerner les pratiques antialéatoires dans les zones soumises à de forts aléas climatiques ; la gestion de la fertilité du milieu dans les régions où son mauvais entretien met en péril la reproduction des systèmes de production ; les échanges marchands, etc.

Dans les opérations de type recherche-développement qui prévoient une participation des agriculteurs aux différentes phases de l'opération, ces thèmes d'enquête doivent être complétés par le recueil de l'opinion des villageois, tant sur les problèmes qu'ils considèrent comme prioritaires en ce qui concerne la gestion de leurs ressources, l'exploitation de leur milieu et plus globalement le développement de leur village que sur les souhaits et propositions qu'ils formulent pour résoudre ces problèmes.

Une fois le guide d'enquête établi, il est indispensable de le tester dans un ou deux village (s), afin d'apporter les modifications qui en feront un outil opérationnel et adapté aux conditions d'enquête (temps limité).

Troisième étape : l'enquête des agrosystèmes villageois (ASV)

La méthode utilisée pour conduire ce type d'enquête s'apparente par certains aspects à la MARP (méthode accélérée de recherche participative), proposée par l'IIED (*International Institute for Environment and Development*), dans la mesure où elle cherche à valoriser la connaissance de leur propre milieu qu'ont les agriculteurs qui accordent une place importante à l'analyse de leurs pratiques. De plus, comme la MARP, c'est une enquête rapide. L'expérience a montré qu'une enquête-diagnostic d'agrosystème villageois nécessitait de un à trois jours, à faire si possible en deux passages, le premier pour rassembler l'information sur les thèmes retenus, le deuxième, après une première analyse des résultats, pour compléter, harmoniser les informations recueillies et vérifier certaines données aberrantes ou contradictoires.

La méthode d'enquête des agrosystèmes villageois présente d'autres caractéristiques.

Une enquête de type semi-ouvert

L'enquête part d'un canevas d'enquête commun à tous les villages, où figurent les thèmes d'enquête retenus, les informations à recueillir et surtout les indicateurs permettant, dans une démarche de diagnostic, d'appréhender rapidement certains aspect du fonctionnement de l'ASV (par exemple, présence ou absence de jachère à la périphérie du village comme indicateur de pression foncière, pourcentage de jeunes en migration, nombre de repas chauds pour évaluer les disponibilités en bois de feu, etc.).

Le caractère semi-ouvert de l'enquête a pour but de permettre aux villageois de s'exprimer plus librement, quitte à ce que cela les conduise à certaines digressions. Par ailleurs, ce caractère semi-ouvert signifie également que l'enquêteur doit jouer un rôle actif dans la collecte de l'information. A partir des réponses fournies par les villageois, il doit pouvoir formuler certaines hypothèses afin de relancer le dialogue, approfondir les réponses et lever certaines ambiguïtés.

On comprend facilement que ce mode d'enquête ne peut pas être délégué à des enquêteurs passifs et peu formés, comme il est courant de le faire pour les enquêtes fermées. Cela ne veut pas dire pour autant qu'il ne permette pas d'élaborer des méthodes de diagnostic exploitables par des techniciens et agents de développement, notamment en construisant des canevas d'enquête correspondant aux différents types d'ASV d'une région.

Les diagnostics de fonctionnement d'ASV

Ils font appel à la fois aux enquêtes collectives et individuelles. Ainsi, certains thèmes, comme l'histoire du village ou l'organisation du foncier, se prêtent bien à des enquêtes collectives ; en revanche, si l'on veut connaître le mode de conduite des cultures et des troupeaux, il est souvent plus efficace de sonder quelques agriculteurs en particulier, en ayant soin ensuite de resituer leurs pratiques par rapport à celles des autres villageois.

Enquêtes déclaratives et observation du terrain

Dans cette démarche d'enquête, les déclarations des agriculteurs doivent être associées à l'observation des réalités de leur village : cela signifie que cette démarche ne doit pas se faire exclusivement sous "l'arbre à palabre" ; elle nécessite de faire du terrain, de parcourir un ou plusieurs transects du village, choisis après avoir fait avec les agriculteurs le schéma de leur territoire villageois.

Lors de ces transects, on va pouvoir faire toute une série d'observations, qui, discutées et interprétées avec les villageois, vont contribuer grandement à la compréhension du fonctionnement de leur ASV. Ainsi, la forme et la disposition de l'habitat peuvent être mis en relation avec l'organisation sociale du village, la largeur des chemins avec l'existence de la traction animale ; l'état du parc arboré va nous renseigner sur la disponibilité en bois de feu. Et ce n'est qu'en allant jusqu'aux limites du village, aux "marches" du territoire, que l'on va parfois découvrir les campements des pasteurs Peuls en voie de sédentarisation, dont la présence avait été soigneusement occultée dans les enquêtes faites au village.

La fiabilité des informations recueillies

Cette fiabilité dépend tout d'abord de l'expérience et de la connaissance préalable du milieu dont disposent ceux qui conduisent ces enquêtes. Mais d'autres éléments peuvent contribuer à leur fiabilité. Ainsi, l'enquête collective, lorsque les sujets abordés ne sont ni tabous ni trop conflictuels, en permettant l'expression contradictoire de plusieurs points de vue, peut contribuer à améliorer la qualité des informations recueillies, notamment en ce qui concerne l'histoire du village et les pratiques communes.

De même, l'association des enquêtes déclaratives et de l'observation du terrain constitue un moyen très efficace pour conforter la fiabilité des déclarations des villageois.

Enfin, si l'on devait se limiter à une seule enquête de village, l'interprétation que l'on pourrait en faire risquerait

probablement d'être incomplète et en partie inexacte. Pour éviter cela, on sonde une vingtaine de villages. Ce faisant, d'une part, on acquiert, au fil de ces enquêtes, l'expérience dont on parlait précédemment, d'autre part, l'étude comparative des résultats obtenus permet de mettre en évidence les cohérences et incohérences dans les information recueillies, d'examiner leur validité et, si besoin est, de les vérifier lors d'un deuxième passage dans les villages.

Il est clair que ce type d'enquête, effectuée dans le cadre d'un diagnostic de situation se faisant dans un temps court, ne permet guère la quantification des phénomènes étudiés. Or, cette quantification est généralement considérée comme un gage de scientificité.

Cependant les recherches récentes sur les systèmes complexes mettent en évidence que cette quantification n'est pas toujours possible, mais aussi, surtout, que la compréhension du fonctionnement de ces systèmes passe plus par la mise en cohérence des informations recueillies et par l'établissement de relations de causalité ou de correspondance entre les caractéristiques du système, afin d'en donner une représentation synthétique sous forme de schéma ou de modèle de fonctionnement (Legay, 1986).

C'est précisément la démarche que nous avons privilégiée dans nos diagnostics d'agrosystèmes villageois.

Quatrième étape : la typologie des agrosystèmes villageois

L'analyse des résultats des enquêtes effectuées sur l'échantillon de villages permet de mettre en évidence les différences et ressemblances existant dans le fonctionnement des ASV. Sur la base de cette analyse, on peut donc établir une typologie de ces agrosystèmes qui rend compte de la diversité géographique des modes d'exploitation du milieu.

C'est à partir de l'analyse de cette diversité que l'on va pouvoir juger de l'existence d'un ou de plusieurs système (s) agraire (s) au sein de la région étudiée et que l'on pourra en préciser les limites.

Par ailleurs, les interprétations que l'on a faites de cette diversité géographique dans les différentes régions étudiées en Afrique de l'Ouest ont permis de reconstituer l'évolution des modes d'exploitation du milieu, en particulier la dynamique des systèmes de culture, comme le montrent les résultats obtenus dans la région de Notsé, au Togo (Tallec, 1986). Cette évolution n'est ni univoque ni indépendante des caractéristiques particulières de tel ou tel type de village (Tavan, 1992) ou de l'impact de facteurs conjoncturels (sécheresse, changement de régime politique, etc.). Mais, dans la plupart des cas, elle confirme le poids du facteur démographique à travers l'accentuation de la pression foncière et de ses conséquences sur la fertilité des sols.

Cinquième étape : extension et finalisation des résultats

Les enquêtes d'ASV se font sur un échantillon restreint de villages, alors qu'il existe généralement plusieurs centaines de villages dans les zones d'étude. Se pose alors le problème de leur représentativité à l'échelle régionale.

Pour l'évaluer, on peut tout d'abord examiner la correspondance entre les types d'ASV et le zonage agroécologique préalable. Si cette correspondance existe, le problème de l'extension régionale de la typologie des ASV est résolu. Cela signifie que les hypothèses faites au départ sur les critères de différenciation de l'exploitation agricole du milieu ont été bonnes et que les critères retenus pour le prézonage de la région sont également ceux qui différencient le fonctionnement des ASV.

Si cette correspondance n'existe pas, ce qui est le cas le plus fréquent, l'évaluation de l'extension spatiale des types d'ASV se fait différemment. On choisit un nombre restreint de critères discriminant le fonctionnement des ASV, faciles à repérer sur le terrain (présence d'une production particulière, nature du peuplement, etc.).

Ensuite, par une enquête légère dans l'ensemble des villages de la région ou sur un échantillon élargi (un village sur deux par exemple), on répartit ces villages dans les différents types d'ASV et on examine la répartition spatiale des villages de chacun des types. Si ces villages se regroupent spatialement, on peut cartographier leur distribution géographique et produire ainsi un deuxième zonage de la région, qui n'est plus un outil préalable d'analyse comme l'était le prézonage, mais un résultat de l'étude du milieu.

Si le regroupement géographique des villages de chaque type d'ASV n'est pas possible, leur zonage devient impossible, de même qu'il est habituellement impossible de zoner les systèmes de production d'un village. On en reste alors à la typologie d'ASV, qui constitue un bon moyen pour distinguer les villages de la région et adapter les stratégies d'intervention aux caractéristiques de chacun.

En effet, la finalité de cette analyse de la diversité et de la dynamique des ASV ne consiste pas seulement à identifier et analyser un système agraire, ou à produire un nouveau zonage de la région, mais aussi à préciser les thèmes d'intervention en matière de recherche et de développement les plus appropriés à chaque type de situation, à chaque type de village.

C'est ce qui a été fait à Maradi comme au Togo, où les diagnostics régionaux effectués suivant la démarche précédente constituaient la première étape d'opérations de recherche-développement. Ces diagnostics ont été ensuite complétés et affinés par l'étude de la diversité des systèmes de production mis en œuvre à l'échelle des exploitations. Cette analyse des systèmes de production s'est faite au sein d'un nombre limité de villages, choisis de façon à représenter les différents types d'agrosystèmes villageois existant dans la zone d'intervention du projet. A ce sujet, il est intéressant de noter que, dans les régions où nous avons travaillé, l'essentiel des orientations en matière de développement a pu être identifié dès la phase de diagnostic régional. En effet, les diagnostics effectués ultérieurement à l'échelle des exploitations, des parcelles et des troupeaux n'ont pas modifié sensiblement les grandes orientations retenues suite à l'étude des ASV.

Conclusion

La démarche d'étude du fonctionnement des systèmes agraires qui vient d'être présentée nous a permis de vérifier le bien-fondé de la thèse de Boserup dans les régions d'Afrique de l'Ouest où nous l'avons mise en pratique. Cela

ne veut pas dire pour autant que cette théorie soit applicable partout. Dans les zones où l'occupation du sol est plus homogène, ainsi que dans les régions à forte disparité sociale, d'autres mécanismes que la pression foncière peuvent expliquer la différenciation des modes d'exploitation du milieu et leur dynamique.

Au delà des débats théoriques, cette démarche présente l'avantage de se situer entre la démarche d'experts, qui reste fortement empreinte de subjectivité, et les études approfondies de terroir villageois comme celles effectuées par l'ORSTOM, qui ne sont pas toujours finalisées et dont la durée d'exécution est difficilement compatible avec les exigences des structures de développement. Son principal mérite nous semble résider dans le fait qu'elle fournit les bases pour raisonner les stratégies et les thèmes d'intervention adaptés à chaque type de situation, en fonction du stade d'évolution du système agraire. Ainsi, dans les zones peu peuplées où subsistent des systèmes de culture extensifs assurant une bonne productivité du travail, les agriculteurs auront une faible propension à l'intensification et les projets de développement rural qui visent cet objectif risquent d'y rencontrer de grandes difficultés. En revanche, dans les zones à forte pression foncière, où les systèmes traditionnels sont en crise, les agriculteurs seront beaucoup plus réceptifs aux alternatives techniques que l'on pourra leur proposer et seront nettement plus disposés à intensifier leurs systèmes de production. En adoptant cette démarche fondée sur la compréhension de la dynamique des systèmes agraires, il est possible d'imaginer une diversification des stratégies de développement qui prenne réellement en compte la diversité du milieu rural.

Références bibliographiques

Bloch M., 1976. *Les caractères originaux de l'histoire rurale française.* Armand Collin, Paris, 261 p.

Boserup E., 1970. *Évolution agraire et pression démographique.* Paris, Flammarion, 206 p.

Clastres P., 1974. *La Société contre l'État.* Editions de Minuit, Paris.

Clochard P., 1993. *Le système agraire de la vallée de l'Ouneine - Haut-Atlas marocain.* Mémoire, CNEARC-ESAT, Montpellier, 71 p.

Hart R.D., 1982. An ecological systemes conceptual framework for agricultural research and development. *In : Reading in farming systems Research and Development.* Westview Press inc Boulder Colorado, p. 44. 58

Jouve P., 1984. Typologie des agrosystèmes villageois du département de Maradi (Niger). Coll. DSA, 3, CIRAD-SAR, Montpellier, 80 p.

Jouve P., 1988. Quelques réflexions sur la spécificité et l'identification des systèmes agraires. Les Cahiers de la Recherche-Développement, 20 : 5-16

Jusserand Y., 1992. *Contribution à l'étude d'un système agraire. Le sud de l'arrondissement de Filingué (Niger).* Mémoire, CNEARC-ESAT, Montpellier, 71 p.

Legay J.M., 1986. Méthodes et modèles dans l'étude des systèmes complexes. Les Cahiers de la Recherche-Développement,11 : 1-6

Lhoste P., 1987. *L'association agriculture-élevage : évolution du système agropastoral au Siné-Saloum (Sénégal).* Coll. Études et Synthèses, CIRAD-EMVT, Maisons-Alfort, 314 p.

Maringue V., 1992. *Étude de la diversité des agrosystèmes villageois dans le Fouta-Djallon (République de Guinée).* Mémoire, CNEARC-ESAT, Montpellier, 95 p.

Sautter G., 1994. *Parcours d'un géographe.* Ed. ORSTOM

Tallec M., 1986. Étude des systèmes agraires de la région de Notse au Togo. Un exemple de diagnostic de l'exploitation du milieu à l'échelle régionale. Coll. DSA, 10, CIRAD-SAR, Montpellier, 135 p.

Tavan C., 1993. *Contribution à l'étude du système agraire de la région de Koba, Guinée maritime, par l'étude d'un échantillon d'agrosystèmes villageois.* Mémoire, CNEARC-ESAT, Montpellier, 77 p.

Quelques réflexions sur l'apport de la modélisation dans les recherches-système

Molle François[1] ; Valette François[2]

[1] ORSTOM, 911, avenue d'Agropolis, BP 5045, 34032 Montpellier cedex 1, France

[2] CNRS, Centre d'écotechnique, Domaine de La Valette, 859, rue J.F. Breton, 34090 Montpellier, France

Résumé

La modélisation, sous une grande diversité d'approches, concerne aussi bien les systèmes biophysiques que les systèmes anthropiques. Elle peut constituer un instrument utile pour les approches systémiques en milieu rural, notamment par son rôle d'interface disciplinaire. Une réflexion épistémologique doit contribuer à mieux en cerner les potentialités et les limites.

Mots clés

Analyse systémique, système, modélisation, validation, prédiction, épistémologie, complexité, aide à la décision, système expert, programmation linéaire.

Abstract

Some reflexions on the contribution made by modeling in systems research.

Modeling, with its wide variety of approaches, concerns both biophysical and man-made systems. It may be a useful technique in a systems approach to rural areas, in particular as an interdisciplinary interface. An epistemological analysis should enable its potential and its limits to be more clearly understood.

Introduction

Les processus de développement rural mettent en jeu des acteurs nombreux, dont les objectifs, stratégies et comportements sont en interaction constante. Des approches trop exclusivement techniques, le plus souvent monodisciplinaires, se sont révélées inefficaces pour résoudre la complexité et la diversité des problèmes rencontrés. L'incertitude issue de la crise économique actuelle est venue compliquer cet exercice en s'ajoutant à celle, plus classique en agriculture, du climat.

De nouvelles approches ont vu le jour dans les années soixante-dix (recherche-développement, recherche participative, recherche-action chez les francophones, *farming system research* chez les anglophones), replaçant l'homme au centre des problématiques de développement. On cherche à comprendre les processus de décision de l'agriculteur (Sebillotte et Soler, 1990) : ses schémas de pensée, son outil de production, son environnement socio-économique. Le processus de développement n'est plus simplement technique et linéaire, il devient la résultante de comportements humains dont il convient de comprendre le sens pour agir.

La modélisation, comprise dans ce qui suit comme la représentation d'une problématique donnée par un formalisme logico-mathématique[1], constitue un outil présent dans un nombre croissant de recherches. Est-elle une voie privilégiée pour aborder la complexité, l'outil indispensable d'une approche systémique ? Cet article propose, à partir d'une distinction très simple de trois types de modèle, quelques réflexions sur les conditions d'utilisation et les limites de la modélisation, plus particulièrement dans son approche des systèmes anthropisés.

Essai de classification

La littérature offre de nombreux exemples de classification des différents types de modèle, selon divers critères de nature ou de finalité (par exemple, Walliser, 1977). On propose ici, pour ce qui concerne le développement rural, de n'en distinguer que deux catégories (figure 1) : les "biophysiques" d'une part, et les "modèles mixtes", d'autre part, qui concernent les milieux anthropiques.

Les modèles biophysiques

Ils correspondent à des systèmes essentiellement perçus comme "naturels" (forêt, rivière, canal...) pour lesquels on s'attache surtout à représenter ce qui est déterminé par la nature ou les lois physiques, en amont ou en aval de l'action des hommes, vue comme exogène. On peut distinguer dans ce cadre :

[1] On exclut ainsi de notre propos des modèles au sens large (représentations du réel ou de la connaissance telles que cartes ou langages).

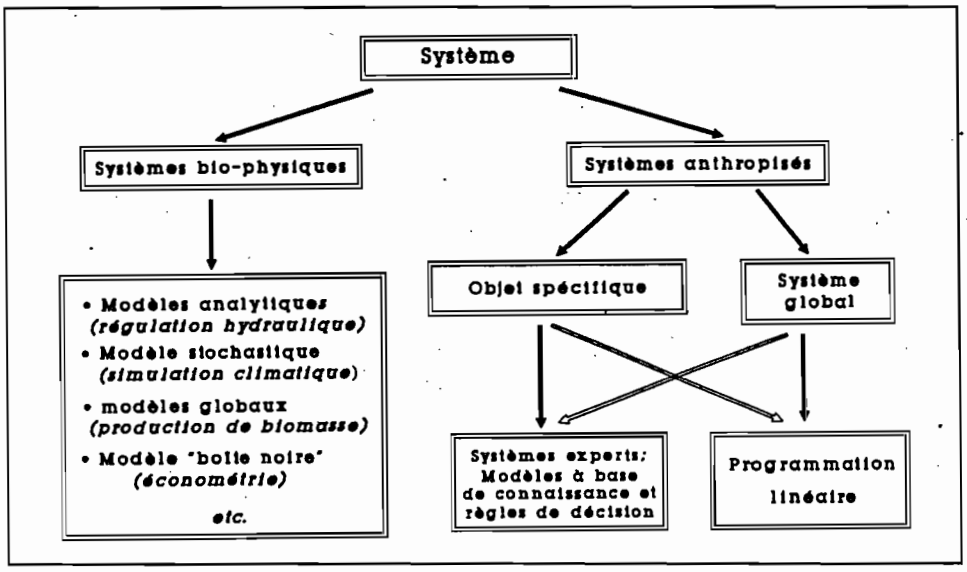


Figure 1. Les différentes catégories de modèles.

– des modèles analytiques détaillés, représentant le fonctionnement de systèmes comme une plante, ou un réseau hydraulique, selon des lois théoriques, empiriques ou idéalisées[2], dont le but est de faciliter le contrôle de phénomènes liés à ces systèmes (régulation d'une vanne) ou de le prévoir (évolution d'une biomasse) ;
– des modèles globaux, qui décrivent des phénomènes physiques complexes sans prétention d'explication des processus. Le système est alors représenté par un formalisme rudimentaire surparamétré (modèles hydrologiques pluie-débit), ou considéré comme une boîte noire, et l'on cherche alors seulement à décrire les relations entre input et output (économétrie).

Les modèles mixtes

Ils concernent des systèmes anthropiques et ambitionnent en particulier d'intégrer des aspects "humains", stratégies, expérience, organisation, interaction avec l'environnement, etc. On peut séparer ce type de modèle en deux catégories.

Dans le modèle mixte spécifique (décisionnel), la modélisation se restreint à la formalisation de problèmes pour lesquels des actions sont envisageables en nombre limité et dans un cadre de rationalité souvent fortement contrainte. On simule alors, après l'avoir analysée, la logique de décision des acteurs (cas des stratégies de pêche au Sénégal ; Laloe et Samba, 1991) ou de l'organisation du travail en double culture au Sénégal (application du modèle Otelo[3] ; Le Gal, 1993) ou du spécialiste (systèmes experts ; aide à la décision).

Le modèle mixte global (prospectif) concerne des systèmes assez grands (système agraire ou halieutique, bassin d'emploi, région) aux champs de décision très ouverts, justifiant des approches de type macro (systèmes multidécideurs, choix multicritères). Ils s'appuient le plus souvent sur la programmation linéaire (moyennant certaines hypothèses assez contraignantes), les exemples de modélisation globale dynamique étant plus rares et se heurtant à d'importantes difficultés (voir ci-après : "Quels modèles pour une approche systémique ?").

Caractérisation du problème posé et choix du modèle

Le choix et l'élaboration du modèle sont a priori gouvernés par la nature de l'objet d'étude (phénomène, système biophysique ou anthropisé, etc.). Plusieurs autres facteurs, étrangers au système, interviennent néanmoins :

– l'objectif qu'on se fixe : représentation des connaissances, identification de contraintes, "expérimentation virtuelle", optimisation, communication, conseil individualisé, etc. ;
– la nature du chercheur, sa discipline, ses intentions, sa manière de voir les choses, l'organisme dont il dépend ou qui finance l'étude, etc. ;
– les données disponibles, ou celles qu'il est possible (ou pas) d'acquérir.

La modélisation de systèmes anthropisés, discutée ci-après, comporte donc une composante subjective variable, pleinement reconnue en analyse systémique ou dans le cadre de l'épistémologie constructiviste (on ne prétend pas appréhender toute la réalité, dont la complexité est postulée irréductible, mais — plus modestement — acquérir de la connaissance sur un objet par une démarche qui est avant tout un choix), mais aussi contingente (moyens ou information disponibles, recherche sous contrat, volonté de prouver une théorie, etc.). Par contre, on ne considérera pas ici le fondement interactionniste du constructivisme dans les problèmes qui seront posés.

Conditions et précautions d'usage

Validation et prédictivité

Le degré de fiabilité d'un modèle peut être défini par sa capacité à représenter un système ou un problème donnés. Sa validation[4] permet d'apprécier cette fiabilité à laquelle est directement lié le "pouvoir prédictif" du modèle. La possibilité de tester le modèle (quantifier l'écart entre les résultats qui en sont issus et la réalité observée) et de le caler (réduire ou annuler cet écart) est l'un des avantages des modèles biophysiques (et parfois de modèles mixtes simples)[5].

[2] Par exemple, le modèle classique prédateur-proie de Lotka-Volterra.

[3] A partir des règles de gestion réelles des paysans et d'une simulation climatique, Otelo reproduit le mode d'organisation du travail (par exemple, sur la double culture rizicole au Sénégal).

[4] Validation prend parfois des sens différents : on entend ici, dans un sens volontairement large, l'ensemble des preuves et arguments qui peuvent être présentés pour estimer le degré de fiabilité du modèle. Le calage, ou la calibration, constitue un des aspects possibles de la validation.

[5] Comme dans le cas de l'analyse de la pêche artisanale au Sénégal (Laloe et Samba, 1991), où l'on cherche à reconstituer les sorties et les prises observées à partir des stratégies de pêche.

Elle ne suffit toutefois pas à assurer la validité du modèle. Le calage, comme on le croit trop souvent, n'est pas une preuve suffisante de la validité du modèle mais seulement un argument nécessaire quand il est possible : il prouve que le modèle décrit bien ce qui a été observé, sans garantir la validité des variantes pour lesquelles il sera sollicité.

Parce qu'ils reposent sur un système axiomatique critiquable (économie) et/ou une approche mathématique poussant au réductionnisme (programmation linéaire), soit encore parce qu'ils comportent suffisamment de paramètres de contrôle pour être infailliblement rendus compatibles avec une réalité moyenne observée, de tels modèles globaux — comme d'ailleurs les modèles biologiques complexes de type écologique — ont un couplage avec la réalité qui reste précaire et difficile à évaluer. De plus, dès qu'un système étudié se complexifie un tant soit peu et que, pour tenter de le maîtriser, nous le réduisons à un "squelette conceptuel", la question se pose, comme le note Bertalanffy (1973), *"de savoir si nous n'avons pas supprimé des parties vitales de son anatomie"* : la "zone d'ombre" du système conduit à être réservé quant à la capacité prédictive du modèle.

Dans le cas des systèmes anthropisés, le danger résulte, outre de l'impossibilité de quantifier une partie des interactions considérées, de l'association au sein d'un même modèle de sciences de la nature, qui concernent des objets inertes ou biologiques dont la téléonomie est relativement simple, et de sciences sociales, qui sont confrontées aux espaces de liberté infiniment supérieurs qui caractérisent l'espèce humaine.

Il y a, en fait, un continuum entre des modèles physiques pour lesquels on est assuré de connaître à peu près tout sur le système, ou de n'avoir pas oublié de variable importante, et un système anthropisé complexe où cette certitude s'évanouit. Plus on se rapproche de ce deuxième pôle, plus l'évaluation du degré de prédictivité du modèle est subjective. Celui-ci est estimé par les experts ou chercheurs capables d'en apprécier la qualité, dans une constante et longue confrontation faite d'allers-retours entre la connaissance du terrain et l'usage du modèle. Comme le soulignent Godard et Legay (1992), *"on a quitté l'univers de la prédiction, qui s'accorde bien à l'idée de loi scientifique, pour l'univers de la prospective, tendue vers l'exploration des possibles et des cohérences qui les contraignent malgré leur diversité"*. Le "profil bas" et conciliant de l'épistémologie systémique ainsi que sa relativisation et subjectivisation de l'acte de connaissance se "payent" par une grande difficulté dans l'évaluation de l'utilité et de la qualité de la connaissance produite.

L'illusion mécaniste

Si le recours à la formalisation logico-mathématique peut apparaître comme une conséquence de l'usage de l'ordinateur, il traduit sans doute également une foi sous-jacente dans l'idée mécaniste[6], à la fois rassurante et efficace, et la prégnance de la conviction galiléenne selon laquelle *"le grand livre de la nature est écrit en langage mathématique"*. En ce sens, la modélisation systémique a pu parfois apparaître comme la résurgence au sein de la complexité de l'idée d'une connaissance exhaustive du réel. Une telle vision a parfois été inspirée par les modèles cybernétiques qui, comme le soulignent Crozier et Friedberg (1977), *"donnent l'impression de pouvoir fonder une interprétation de phénomènes humains sur un raisonnement de sciences exactes"*.

Les modèles ne réussissent à intégrer que de manière grossière et à grand-peine les processus d'auto-organisation, la prise en compte de nouveaux buts et moyens, l'apprentissage ou l'attitude face au risque, ainsi que des discontinuités comme les phénomènes d'innovation ou les changements brusques de l'environnement. *"La nouveauté*, remarque Larrère (1987), *vient toujours des limites du champ visuel. Elle n'est jamais intelligible par le système"*.

C'est en ce sens que le passage à un formalisme logico-mathématique pour un système mixte entraîne nécessairement une certaine réification, ou fixation, du réel, tout en rétablissant — au sein de la complexité — une vision mécaniste dont on aura parfois du mal à ne pas faire dériver une foi prédictiviste.

Notons aussi que le recours au formalisme logico-mathématique est une aubaine pour toutes les théories utilitaristes qui prétendent réduire les choix des acteurs à quelques paramètres simplistes, ainsi que pour les approches qui affectionnent les indicateurs multicritères, et fait la part belle aux évangiles économiques qui excellent à ficeler notre homo oeconomicus dans un sarcophage d'équations...

Niveau d'analyse

Le modélisateur est parfois entraîné dans une spirale de complexité qui le conduit à détailler sa représentation de manière progressive et presque infinie, un peu comme un emboîtement sans fin de poupées russes que la curiosité nous pousse à ouvrir l'une après l'autre. Ceci est évidemment fréquent dans les modèles mixtes où la complexité des choix, stratégies et activités est telle que vouloir rendre compte — quantitativement — de certains phénomènes conduit à cette spirale (toujours vorace en temps-chercheur), mais aussi dans les domaines bio-écologiques, à cause du grand nombre de variables en interaction (en programmation linéaire, par exemple, on est amené à désagréger les catégories du modèle).

Ces "fuites en avant" conduisent à introduire un nombre croissant de variables et de relations idéalisées, gouvernées par des paramètres auxquels on attribuera des valeurs plausibles, en insistant sur le fait que notre ignorance est partiellement compensée par la possibilité qu'offre le modèle de tester la sensibilité des paramètres de contrôle ainsi introduits. Or, il est clair qu'au-delà de trois ou quatre il devient rapidement impossible de tester la sensibilité croisée de ces paramètres, ce qui réduit d'autant la possibilité de contrôler la fiabilité du modèle.

En pratique, l'application de la règle centrale en analyse des systèmes qui veut qu'il faille *"s'arrêter au niveau d'analyse qui convient à la nature de l'objet qu'on a choisi d'étudier et aux questions que l'on s'est posées sur cet objet"* (Lapierre, 1992) n'est pas chose aisée, sachant qu'on a le choix entre ignorer ce qu'on ne sait pas mesurer et "idéaliser" ce qui n'est pas connu, ce qui conduit à surparamétrer le modèle.

[6] Le mot mécaniste est employé ici pour garder l'idée que les processus sont modélisés comme un enchaînement d'actions qui produisent un résultat à partir d'un état initial donné ("idéologie du tableur").

L'apport des modèles

Le rôle du modèle : évolution de sa perception

Le développement des méthodes de recherche opérationnelle et d'aide à la décision au cours des années soixante, dans un contexte de forte croissance économique, a contribué à favoriser un emploi des modèles selon un mode que l'on qualifie souvent de normatif.

Pour devancer les critiques concernant un tel usage, de nombreux chercheurs spécifient que leurs modèles ne sont pas prédictifs et les présentent avec plus de précautions : l'exercice est appréhendé comme *"une prospective très ouverte à but de concertation"* (Loquay-Cheneau et Matarasso, 1991), une *"quête d'hypothèses de travail pour recommander"* (Roy, 1992). Cette prudence ne suffit cependant pas à éliminer la contradiction qui resurgit au moment de l'utilisation du modèle : car ce que celui-ci produit est bien une prévision[7], obtenue sous diverses hypothèses, et ceci indépendamment du statut que l'on accorde à cette prévision. Le fait que, en dernière instance, l'on se serve de ces résultats — car sinon à quoi bon avoir fait un modèle — pour orienter une réflexion, tester un changement ou prendre une décision, bref pour l'action, ne revient-il pas à accorder de facto une valeur prédictive au modèle ? Ne limite-t-on pas ainsi la portée de l'humilité que l'on entend concéder au statut épistémologique de la connaissance ainsi produite ?

Dans les cas de modèles dont on contrôle mal la fiabilité, cette contradiction incite les modélisateurs à présenter leur démarche comme une représentation de la connaissance et à mettre l'accent sur sa valeur heuristique. Dans certains cas, toutefois, cet intérêt heuristique peut devenir négatif car on ne peut éliminer le risque de voir notre raisonnement induit en erreur par un modèle dont la fiabilité nous échappe.

Quand on reconnaît ce risque, enfin, on peut être amené à limiter le modèle à un rôle médiatique[8] de moyen de communication, autour d'une problématique donnée, entre le concepteur et les acteurs. Cette évolution — en 25 ans — du normatif au prospectif, puis à l'heuristique, voire au médiatique, qui caractérise un certain nombre d'approches modélisatrices, montre bien le recul que de nombreux chercheurs ont pris vis-à-vis des modèles. C'est dans un tel cadre général qu'on peut sans doute replacer la succession des paradigmes de comportement qui ont orienté les recherches de l'INRA-Grignon au cours des trois dernières décennies : rationalité pure, rationalité limitée et rationalité adaptative (Attonaty 1994).

Ces constatations entraînent une question fondamentale : la modélisation de systèmes mixtes, pour formaliser le problème sous forme logico-mathématique et gagner en efficacité mécaniste, conduit à réduire l'information que présenterait un modèle verbal plus qualitatif. Cette réduction peut-elle se faire tout en assurant la fiabilité des résultats du modèle ?

En ce sens, il pourrait s'avérer peu productif de s'appuyer sur le "transfert d'autorité" (à partir des sciences dures) dont bénéficient globalement les modèles et céder trop facilement à l'idée courante que les problèmes sont trop complexes pour qu'on puisse les aborder sans moyens informatiques (ce qui est évident dans de nombreux problèmes biophysiques), pour finalement trop miser sur le modèle pour guider notre réflexion. Le dilemme souvent évoqué du "ne rien dire" ou "essayer de dire quelque chose en sachant qu'on se trompe forcément un peu (ou beaucoup)" ou le recours — devant une complexité qui déroute — à des modèles "imparfaits mais qui ont le mérite d'exister" sont des expressions caractéristiques de cette tendance. Même si le modèle est souvent présenté comme un outil parmi d'autres, la place qu'on lui accorde en pratique peut conduire à minimiser la faculté synthétique de l'intelligence humaine et faire oublier les progrès que, selon Couty (1989), l'on peut réaliser en sciences sociales en "écrivant bien".

La part la plus obscure de la réflexion, qui relève de l'intuition, de l'intelligence synthétique globale, n'est pas forcément réduite par l'usage de modèles. Curieusement, on peut même penser que plus on ira loin dans la représentation et la modélisation du comportement et plus le danger sera grand de penser que le modèle est apte à représenter ou manipuler le réel ; il est vraisemblable que la complexité des comportements, jointe à celle des interactions entre acteurs et à nos limitations dans la connaissance de l'évolution de l'environnement du système, définisse une limite à nos investigations, qui en dernière instance est celle de l'histoire (événementielle) et de la vie (complexité inépuisable). A partir d'un certain stade, malheureusement difficile à cerner, un modèle donné n'apporte sans doute pas plus d'information qu'un modèle verbal et la réification du réel qu'il entraîne rend même sa valeur heuristique incertaine.

Des modèles pour quels acteurs ?

Une modélisation peut être entreprise pour des objectifs de recherche, pour éclairer un décideur (niveau macro), ou encore pour fournir une information utile à un acteur (paysan, gestionnaire de canal, conseiller agricole, etc.). A ces trois types d'utilisateurs correspondent des modèles soumis implicitement à une exigence de fiabilité croissante. La plus grande complexité des objets d'étude (comme les systèmes mixtes) tend à diminuer cette fiabilité et donc à déplacer la finalité de l'outil vers la sphère du chercheur.

Pour celui-ci, la modélisation constitue sans nul doute un moyen de "mise à plat de la connaissance" qui permet d'identifier certaines lacunes, de mieux orienter les recherches et, dans le cas de recherches multidisciplinaires portant sur des systèmes mixtes, de confronter, en tentant de les articuler, les connaissances produites par les diverses disciplines. Ce rôle d'interface apparaît comme très fructueux.

Ceci étant, on peut se demander dans quelle mesure le souci de représentation d'un système peut être indépendant d'une volonté d'action sur lui, notamment dans les problématiques de recherche finalisée qui nous intéressent ici ; dans quelle mesure également on peut, a posteriori, dissocier un discours enrichi par le modèle des résultats fournis par ce modèle... lui-même enrichi par le discours. De plus, malgré toutes les précautions oratoires d'usage, les modéli-

[7] Au sens d'une information sur une configuration virtuelle de l'univers des possibles.

[8] Au sens de médiateur, mais peut-être aussi parfois dans le sens classique du terme.

sateurs, de par l'illusion produite par la manipulation "jubilatoire" et virtuelle de réalités souvent complexes que leur permettent leurs outils, peuvent être enclins inconsciemment à identifier le monde et leur modèle. Cette tendance se renforce quand le temps passé devant l'ordinateur devient écrasant (et il le devient vite) par rapport au temps passé sur le terrain qui, lui, enjoint davantage à la modestie. On perçoit qu'il sera difficile de lever l'ambiguïté qui accompagne l'utilisation de résultats issus de modèles heuristiques par des organismes de décision (bailleur de fonds, ministère, etc.), parfois soulagés de pouvoir justifier leur action par l'autorité présumée de modèles, sachant que ces derniers ne sont pas toujours neutres sur le plan idéologique, comme on le voit dans le domaine de l'économie.

Au niveau micro des acteurs individuels (ou à de petits groupes), les problèmes posés sont différents : le conseiller se doit de répondre à des attentes en utilisant des outils dont la fiabilité est plus grande et mieux connue, et doit s'assurer de la compatibilité de ses propositions avec les contraintes et les objectifs de l'agent concerné. Une bonne connaissance du milieu est nécessaire pour acquérir la certitude que tous les paramètres ont été pris en compte et que les recommandations qu'on en tirera seront préférables à des pratiques façonnées par un long empirisme.

Les démarches qui partent de la représentation des modèles d'action des acteurs et qui s'intéressent à des problèmes spécifiques (comme le cas d'Otelo) échappent à ces difficultés et constituent une manière d'associer modélisation et démarche interactive. Dans les pays en développement, on ne peut toutefois pas négliger la difficulté que peut représenter l'introduction de l'ordinateur dans le dialogue avec les acteurs, ce qui implique de "tropicaliser" son usage.

Quels modèles pour une approche systémique ?

Des tentatives de modélisation globale dynamique ont parfois été annoncées et tentées, mais toutes semblent s'être heurtées à des difficultés ayant motivé une révision des ambitions initiales. Ainsi, au Sénégal, *"une problématique globale et systémique avait présidé à la définition du projet de modélisation* (de la pêche artisanale) *et à la conceptualisation du modèle terminal. Suite à une dérive progressive, la quasi-exclusivité de l'effort consacré à développer le modèle d'exploitation s'est concentrée sur la représentation du comportement des pêcheurs. (...) Lorsqu'il s'agit de systèmes aussi complexes qu'un système d'exploitation halieutique, le problème prend une autre dimension et ne semble plus à la portée de nos moyens d'investigation"* (Le Fur, 1993).

Comme dans le cas du programme PEPERT[9] où, commentent Godard et Legay (1992), *"l'ambition initiale d'une modélisation écologico-économique intégrée a cédé la place à la seule analyse des impacts du changement économique sur le milieu"*, produisant ainsi *"un modèle économique qui tient compte de quelques variables écologiques"*, de telles tentatives semblent s'être toujours soldées par la prédominance d'une discipline. Quand il s'agit de formaliser le modèle et parce que la quantification des flux et la description des relations causales posent problème, il est fréquent de voir l'économie imposer une "monétarisation" du modèle. On retrouve également l'ambition d'une intégration des savoirs des différentes disciplines dans un même modèle explicatif, ainsi qu'une évolution vers un modèle heuristique, dans le programme "Halieutique delta central du Niger" de l'ORSTOM (Bousquet, 1994). Les modèles globaux complexes ne permettent souvent que de retrouver les grandes causalités et tendances du système (c'est-à-dire celles qu'on a entrées dans le modèle) et ne sont pas toujours assez consistants pour apporter une vision quantitative complémentaire qui soit fiable.

En France, l'approche globale, ou gestion stratégique de l'exploitation, se limite souvent aux choix relatifs au système productif. Dans un contexte d'exploitations rurales dont les activités peuvent être comparées à celle d'une entreprise (Bassin parisien par exemple), on est amené à considérer un modèle d'action qui se modélise en fait par une comptabilité analytique, qui devient prospective quand on teste des décisions d'investissement ou de production (Attonaty, 1994). En reconnaissant la prépondérance et la relative autonomie de l'activité économique, on opère un glissement qu'il peut être contestable de transposer à des sociétés du Sud, où les décisions concernant une sphère productive moins développée sont davantage individualisées, et plus étroitement liées aux sphères sociales et culturelles.

Il faut également mentionner des tentatives en intelligence artificielle distribuée (IAD) de décrire le comportement intelligent de groupes à partir de règles de comportement et d'interaction entre leurs individus. Il semble qu'à l'heure actuelle cette voie soit davantage prometteuse dans des domaines comme l'éthologie (Drogoul, 1993).

Les exemples de modélisation à base de connaissance de systèmes anthropiques concernent en général des objets spécifiques. Cette constatation est très significative puisqu'elle reflète le fait que "l'extraction" d'un modèle d'action n'est en général possible que lorsque le problème posé n'embrasse pas la sphère des possibles du système anthropisé, mais quand on en considère une activité spécifique, souvent réglée par des contraintes et une rationalité technique assez fortes : ainsi Otelo, dans son application au Sénégal, ne s'intéresse pas aux raisons qui poussent les agriculteurs à faire ou non une double culture rizicole mais — une fois celle-ci décidée — à l'amélioration de sa réalisation dans un cadre de contraintes climatiques et organisationnelles données. Plutôt qu'une modélisation globale trop ambitieuse, l'expérience suggère qu'il est en général préférable de recourir à une combinaison de modèles plus modestes qui contribueront à la compréhension globale du système.

Conclusion

Le recours à la modélisation informatique dans les disciplines biophysiques se généralise de manière significative. Il permet le traitement de problèmes de complexité croissante et offre des possibilités d'expérimentation virtuelle. Son extension à des systèmes anthropiques pose des problèmes

[9] *"Le modèle PEPERT vise la connaissance du devenir possible, en fonction de différentes politiques d'action, d'un espace rural marginalisé (les Cévennes)".*

liés au statut du processus mécaniste et de la prédictivité dans les sciences sociales, ainsi qu'à l'écart mouvant et obscur qui sépare la complexité du réel de la finitude simplificatrice du modèle et au manque de critère objectif pour juger de la fiabilité de celui-ci.

La modélisation des systèmes mixtes est une pratique encore récente qui doit s'accompagner d'un égal développement de la réflexion épistémologique sur son rôle dans la recherche interdisciplinaire, ses limites et ses non-dits. Dans cette optique, les deux pas "en arrière" du glissement normatif/prospectif/heuristique peuvent apparaître comme autant de pas en avant.

Le recours à l'ordinateur, même pour des systèmes a priori biophysiques, peut conforter l'idéologie du "one best way" et de l'optimum technique ou économique ("autorité" de l'ordinateur, éloignement du terrain quand "on passe de l'autre côté de l'écran", réduction de la téléonomie du système à des critères utilitaristes) alors que l'approche système tend justement à s'en éloigner. Il faut donc de préférence rechercher des utilisations qui puissent impliquer les acteurs et leurs systèmes de représentation, rechercher l'articulation de plusieurs modèles dédiés à des problèmes spécifiques ou à des sous-systèmes.

Références bibliographiques

Attonaty J.M., 1994. *Gestion de l'entreprise agricole et instrumentation.* 6 p., mimogr.

Bertalanffy L., 1973. *La théorie générale des systèmes.* Paris, France, Dunod, 298 p.

Bousquet F., 1994. *Des milieux, des poissons, des Hommes : étude par simulation multi-agents.* Thèse de doctorat, 224 p.

Couty P., 1989. Similitudes, simulacres et absence. *In : Seminfor 2,* ORSTOM, p. 385-426.

Crozier M., Friedberg E., 1977. *L'acteur et le système.* Paris, France, Le Seuil, 500 p.

Drogoul A. 1993. *De la simulation multi-agents à la résolution collective de problèmes (une étude de l'émergence de structures d'organisation dans les systèmes multi-agents).* Thèse de doctorat, université de Paris VI, France, 358 p.

Godard O., Legay J.M., 1992. Modélisation et simulation : une approche de la prédictivité. *In : Sciences de la nature, sciences de la société,* M. Jollivet éd., p. 491-507.

Laloe F., Samba A., 1990. *La pêche artisanale au Sénégal : ressource et stratégies de pêche.* Thèse, université Paris Sud, France, 395 p.

Lapierre J.W., 1992. *L'analyse des systèmes.* 230 p.

Larrère R., 1987. Sciences sociales et sciences de la nature : la pluridisciplinarité, entre la synthèse et le commerce des idées, *In : Pour une agriculture diversifiée,* M. Jollivet éd., Paris, France, L'Harmattan, p. 288-298.

Le Fur J., 1993. Practicabilité de l'approche système pour la modélisation d'un système d'exploitation halieutique. Forum Halieumetrics, Rennes, France, juillet 1993, 25 p.

Le Gal P.Y., 1993. Processus de décision et innovation, Séminaire Innovations et sociétés, Montpellier, France.

Loquay-Cheneau A., Matarosso P., 1991. Une représentation globale et systémique des zones rurales du tiers monde. Les Cahiers de la recherche-développement, 29 : 45-63.

Sebillote M., Soler L.G., 1990. Les processus de décision des agriculteurs. *In : Modélisation systémique et système agraire,* J. Brossier *et al.* éd., Paris, France, INRA.

Walliser B., 1977. *Systèmes et modèles.* Paris, France, Le Seuil, 250 p.

Contribution à la planification du développement sans objectif final : proposition pour la région Nordeste (Brésil)

Gama Da Silva Pedro Carlos[1] ; Caron Patrick[2] ; Sabourin Eric[2] ; Hubert Bernard[3] ; Clouet Yves[2]

[1]EMBRAPA/CPATSA, Cx.P. 23, 56 300 Pétrolina PE, Brésil

[2]CIRAD-SAR, BP 5035, 34032 Montpellier cedex, France

[3]INRA-SAD, Domaine Saint-Paul, 84143 Montfavet cedex, France

Résumé:

Le Nordeste, région problématique du Brésil, connaît des mutations rurales que les institutions de développement ne parviennent plus à accompagner. La forte demande institutionnelle ouvre le champ aux initiatives. L'URCA-Nordeste (Unité régionale de formation et d'appui au développement rural du Nordeste) expérimente un système d'appui à la planification sans objectif prédéterminé fondé sur la mise en place d'un observatoire régional des dynamiques agraires, sur la modélisation de trajectoires de développement et l'animation d'une dynamique institutionnelle. Il s'agit de fournir aux acteurs locaux et régionaux des informations pour la planification et le développement, ce qui constitue un défi méthodologique et institutionnel.

Mots clés

dynamique agraire, trajectoire de développement, observatoire, planification, Nordeste (Brésil)

Abstract

Contribution to Development Planning with no Predetermined Goals: Suggestion for the Nordeste Region of Brazil

In the Nordeste—a problematic region of Brazil—rural development agencies are no longer able to adapt to changes in the rural sector. The institutional demand calls for initiatives. The Unité régionale de formation et d'appui au développement rural du Nordeste *(URCA-Nordeste) is testing a system to aid planning in the absence of predetermined targets. The system is based on the creation of a regional observatory for agrarian dynamics, modeling of development trends, and provision of institutional support. It aims to provide local and regional actors with information for planning and development. This provides the methodological and institutional challenges.*

Contexte et problématique

Contexte agraire et institutionnel du Nordeste

Le développement agricole nordestin se caractérise par un faible réinvestissement des richesses produites en raison de la disponibilité en terres et en main-d'œuvre. La rupture de l'équilibre entre population et ressources naturelles, mise en évidence lors de sécheresses récurrentes, a conduit à une crise du développement régional (Tonneau, 1994).

Celle-ci perdure malgré les efforts de modernisation de l'agriculture mis en œuvre par l'Etat à partir des années 60. Cette politique s'est traduite par la concentration d'investissements publics et privés localisés (par exemple : irrigation dans la vallée du São Francisco) et a favorisé l'émergence d'une agriculture d'entreprise. Dans un contexte marqué par la compétition, l'agriculture paysanne décapitalisée a été marginalisée, hors quelques cas isolés. Or, en 1985, elle concerne 85 % des producteurs (Martine, 1992).

Suite au désengagement de l'Etat émergent, là où existent des espaces de revendication (juridique, foncière, économique, etc.) et de négociation, de nouvelles formes d'organisation locale. C'est le cas des ONG (organisations non gouvernementales) d'appui au développement, mais aussi des organisations de producteurs et, suite à la réforme de la Constitution (1988), des municipalités.

Les institutions publiques de recherche et de développement ont été mises en place dans les années 70 et conçues comme des instruments de la politique de modernisation s'appuyant sur le modèle de la révolution verte. Aujourd'hui, elles constatent qu'elles ne parviennent pas à accompagner la demande dans les champs sociétal, économique et même technique de l'agriculture paysanne. Elles s'interrogent sur le rôle et les pratiques de l'Etat et de ses institutions pour mieux répondre aux attentes des divers acteurs sociaux. La réflexion actuelle porte sur la recherche de nouveaux concepts, approches et paradigmes (Flores et Silva, 1992).

La mise en place dans cinq régions du Brésil d'une Unité régionale de formation et d'appui au développement rural (URCA) est une initiative de la coordination fédérale des

EMATER (institutions publiques de vulgarisation des Etats). Elle vise à décentraliser et à renforcer l'appui à leur modernisation (EMBRAPA/SER, 1991). L'URCA-Nordeste, créée début 1993, est localisée au Centre de recherche pour le tropique semi-aride de l'entreprise brésilienne de recherche agronomique (CPATSA-EMBRAPA). Elle est composée de chercheurs du Centre et d'agents des EMATER (équipe résidente), renouvelés chaque année. Elle bénéficie de l'appui scientifique d'organismes français.

L'URCA-Nordeste a pour mission de produire des informations opérationnelles pour le développement rural, d'appuyer la transformation des institutions publiques et leur adaptation au contexte politique et agraire (URCA-Nordeste, 1994).

Les orientations de l'URCA-Nordeste

Des méthodes et outils d'appui à la planification du développement rural ont été testés depuis une dizaine d'années dans le Nordeste, en particulier par le CPATSA-EMBRAPA (Tonneau *et al.*, 1990). Encore expérimentaux, ils sont novateurs dans le contexte brésilien dans la mesure où ils privilégient des actions concertées de planification du développement local. Ces instruments ont montré l'intérêt de mécanismes de programmation sans objectifs préétablis, s'appuyant sur la socialisation des informations produites au cours de l'analyse des dynamiques agraires et des expérimentations réalisées.

Dans un premier temps, l'échelle locale s'est imposée en raison des objectifs d'analyse fine des situations agraires, de la carence d'organisations professionnelles des petits agriculteurs et des lacunes ou changements d'orientation des politiques agricoles. Ces travaux offrent des éléments de réponse aux interrogations des institutions sous la forme d'un corpus méthodologique validé au niveau local, mais insuffisant à l'échelle d'une région aussi vaste et diversifiée. Le problème posé est lié à la généralisation institutionnelle et géographique des interventions, appréhendée en termes de changement d'échelle.

En fonction de cette problématique, l'URCA-Nordeste a donné priorité à l'élaboration d'informations, de méthodes et d'instruments pour la planification. Elle se propose de valoriser les acquis partiels ou isolés d'expériences de développement local *via* l'évaluation de leur impact et la diffusion de leurs résultats. Elle a entrepris l'analyse des dynamiques agraires régionales en s'appuyant sur les données sectorielles ou spatiales disponibles (par exemple : zonage agroécologique du Nordeste, Silva *et al.*, 1992). On cherche à mettre en évidence les interactions entre les différentes échelles géographiques, que ce soit en termes d'analyse, de planification ou d'intervention (influences locales du contexte et des phénomènes nationaux et régionaux, réponses élaborées par les acteurs locaux, etc.). L'élaboration et l'expérimentation de méthodes et outils spécifiques, la représentation et la traduction opérationnelle des informations produites ont pour objectif de fournir aux différents acteurs du développement des éléments pour la prise de décision, à savoir une représentation de la réalité leur permettant de concevoir et évaluer leurs propositions opérationnelles.

La mise en évidence des tendances et dynamiques agraires facilite une planification sans objectifs prédéterminés. Celle-ci privilégie les aspects stratégiques qui permettent, même en situation d'incertitude et d'incomplétude des informations, d'adopter des positions aboutissant à des choix en temps réel. Ceux-ci doivent se traduire par des décisions opérationnelles en situation. Leurs effets et conséquences sont suivis, au cours d'une évaluation dite en chemin, d'un accompagnement et non pas d'une sanction. Pour ce faire, un système d'information interactif met en relation les partenaires. Il doit être accessible et intelligible aux décideurs et rendre disponibles les informations pertinentes pour la planification grâce à des représentations adaptées intégrant la complexité de la réalité.

L'organisation de l'information et la prise de décision sont étroitement liées. Il s'agit de prendre en compte les neuf fonctions fondamentales de l'organisation d'un système complexe que Le Moigne (1990) définit dans le cadre de ce qu'il appelle le modèle inforgétique de l'organisation : produire, maintenir, relier ; computer, mémoriser, communiquer ; comprendre, finaliser, concevoir. Ce modèle cherche à établir une communication intelligible entre les analyses menées en termes de pouvoir et de conflit stratégique et celles qui privilégient la conception de projets complexes *"lorsque le système complexe considéré est par exemple une entreprise ou une municipalité, ou un programme d'action collective"*. Cette représentation de l'organisation avec mémoire permet de rendre compte de la richesse organisationnelle du système.

Les activités programmées s'appuient sur la mise en place d'un observatoire régional des dynamiques agraires et sur l'analyse des situations locales par la modélisation de trajectoires de développement. L'animation d'une dynamique institutionnelle mise sur les évolutions potentielles du rôle et des pratiques des techniciens et des institutions.

L'observatoire des dynamiques agraires

Objectif et approche

L'objectif est d'analyser la construction de l'espace par les différents acteurs en présence en valorisant l'information existante, de manière à produire des connaissances pertinentes pour la planification régionale. Diverses approches du développement rural et de l'aménagement du territoire sont mises en relation : l'évolution des modes et systèmes de production dans le temps et dans l'espace, l'analyse des facteurs et des conséquences de ces évolutions, l'étude des filières (transformation, commercialisation).

L'approche de l'espace prend en compte trois niveaux d'organisation géographique et sociale :

- le contexte régional (par extension, national et international), qui correspond à l'échelle des phénomènes globaux (prix, marchés, politiques agricoles, risques climatiques, migrations, etc.) et des décisions qui affectent le développement rural et les situations locales ;
- les situations municipales, le municipe constituant dorénavant un niveau de prise de décision privilégié pour la planification (présence des différents services et institutions de développement, proximité et participation des acteurs locaux) ;

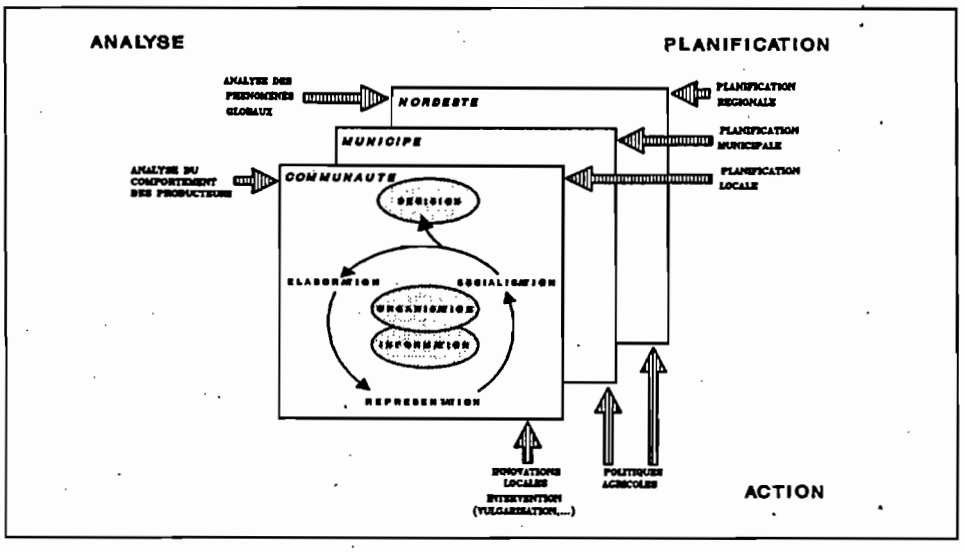


Figure 1. *Analyse, planification et action : intégration entre échelles.*

– les dynamiques locales (exploitation des ressources, innovations, actions de développement, organisation des producteurs, etc.).

L'approche consiste à intégrer ces trois niveaux et leurs interactions, en précisant systématiquement les échelles pertinentes par rapport aux objectifs à atteindre, qu'ils soient de l'ordre de l'analyse, de la planification ou de l'action (voir figure 1). Les méthodes et instruments d'analyse permettent la définition de facteurs explicatifs des processus de changement, de leurs critères d'évaluation et d'indicateurs opérationnels de suivi.

Résultats

Une première synthèse des études de l'URCA-Nordeste, complétée par d'autres travaux menés dans le Nordeste à l'échelle locale, municipale (Santana *et al.*, 1994) ou régionale (Tonneau, 1994 ; SILVA *et al.*, 1992), précise quelques tendances à prendre en compte.

Une logique de front pionnier, récente ou en cours, donne lieu à des stratégies dominées par des conflits, explicites ou non, pour l'appropriation des ressources naturelles. Elle se caractérise par la mise en place de systèmes extensifs et parfois par un processus d'intensification quand celui-ci renforce la dynamique d'occupation de l'espace (Caron *et al.*, 1992).

Des chocs plus ou moins brutaux et progressifs se produisent entre l'agriculture paysanne et une économie marchande et agro-industrielle. Ils apparaissent suite à la mise en place par l'État, dans les années 70-80, de grandes infrastructures (routes, irrigation, etc.).

L'agriculture paysanne, contrairement au discours dominant, s'intègre à l'économie mondiale. Cela se traduit notamment par une succession de cycles de production (manioc, coton, ricin, fruits, lait, etc.) dépendant étroitement de l'évolution du marché national et international et par une différenciation spatiale et sociale : concentration foncière dans les zones les plus favorisées (sol, eau, voies de communication, etc.); rupture de l'équilibre entre population et ressources naturelles dans les zones marginales.

L'accès au capital, aux technologies et aux marchés en sont à la fois causes et conséquences. La promotion de l'agriculture paysanne passe par l'émergence d'une capacité de négociation et de formalisation des relations sous forme de conventions entre les différents acteurs du développement.

Modélisation de trajectoires de développement

Les études proposées s'appuient sur la notion de trajectoire de développement définie par l'URCA-Nordeste comme *"l'évolution des ressources productives — naturelles, humaines, capital, information — et leur réorganisation, dans le temps et dans l'espace, par un groupe d'acteurs sociaux, au sein d'un territoire défini, en vue de la reproduction ou de l'amélioration de leurs conditions de vie, déterminée en partie par l'influence de facteurs et d'acteurs externes"*.

Cette notion s'inspire de celle d'itinéraire de développement définie par Vallerand *et al.* (1990) : une *"séquence ordonnée d'actions techniques compatible, d'une part, avec une évolution acceptable du fonctionnement et des performances des unités élémentaires d'élevage, d'autre part, avec une organisation progressive des services techniques capables de maîtriser la diffusion de ces innovations"*. Nous cherchons à caractériser les transformations techniques et sociales qui ont affecté et affectent encore les sociétés rurales du Nordeste, en particulier celles qui concernent l'organisation et l'exploitation des ressources productives. C'est pourquoi nous préférons parler de trajectoire de développement pour rendre compte de l'historicité des situations observées actuellement à partir d'une analyse des événements qui ont agi sur le système local au cours des dernières décennies. Les acteurs (producteurs et techniciens) cherchent à construire une représentation compréhensive des évolutions techniques et sociales pour y inscrire leurs propres actions.

Les études de cas donnent lieu à l'élaboration de modèles de trajectoires de développement local. Ceux-ci sont conçus comme des constructions théoriques de la réalité, non normatives, s'appuyant sur des cas concrets. La mise en évidence d'invariants et la formulation d'hypothèses générales fournit un *"cadre préformé, qui sera ensuite appliqué aux situations à étudier et permettra d'en donner rapidement des représentations"* (Landais, 1992).

Objectifs

Cette démarche repose sur l'élaboration de méthodes d'analyse des mécanismes et conséquences des transformations techniques, économiques et sociales des situations agraires locales intégrant la dimension historique des processus observés et l'articulation entre les différentes échelles. Elle permet de construire des modèles de trajectoires de développement local qui prennent en compte les structures et formes d'organisation spatiale. Les informations produites alimentent l'observatoire régional des dyna-

miques agraires et la planification du développement à différentes échelles.

Méthodologie

- Définition de l'espace social et géographique par rapport aux questions que l'on se propose d'étudier (par exemple : dynamique d'un agrosystème particulier, rôle et impact de l'assistance technique, etc.), après stratification de l'espace régional ;
- identification des changements de pratiques productives individuelles et collectives incluant, d'une part, une chronique des événements et facteurs qui ont conduit aux changements les plus significatifs (interrogation des acteurs sur les raisons des modifications de leurs pratiques), d'autre part, les perspectives d'évolution ;
- étude des réorganisations des ressources productives sur lesquelles s'appuient les changements identifiés antérieurement, en prêtant une attention particulière à l'accès à l'information et aux innovations techniques et organisationnelles ;
- analyse comparative des situations étudiées ;
- hypothèses relatives aux mécanismes de transformation, après identification des facteurs de changement communs et de ceux qui sont liés aux caractéristiques spécifiques d'une situation ;
- modélisation, c'est-à-dire élaboration de représentations schématiques et de modèles explicatifs de la construction locale de l'espace rural et intégration des échelles géographiques, sociales et économiques.

Tableau I. Caractéristiques de la communauté d'Alagoinhas.

Caractéristiques générales	Localisation : 20 km de Mossoro (150 000 habitants) Proximité entreprises irrigation Population : 195 familles Superficie : 4 000 ha
Ressources naturelles	Topographie plane Sols dominants : cambissols profonds et fertiles Précipitations : 800 mm/an (variabilité) Nappe phréatique abondante mais profonde
Principales sources de revenu	Vente d'anacarde Salariat agricole

Résultats

Les premières études ont été réalisées dans trois zones (Massaroca, État de Bahia ; Calumbi, État du Ceará ; Alagoinhas, municipe de Mossoro, État du Rio Grande do Norte — voir figure 2) sélectionnées en fonction de la disponibilité d'informations, de la diversité des situations (par rapport aux connaissances disponibles à l'échelle régionale, puis municipale) et des dynamiques paysannes et institutionnelles.

A titre d'exemple, le cas de la communauté d'Alagoinhas est développé ci-dessous (voir tableaux I et II, figures 2 et 3).

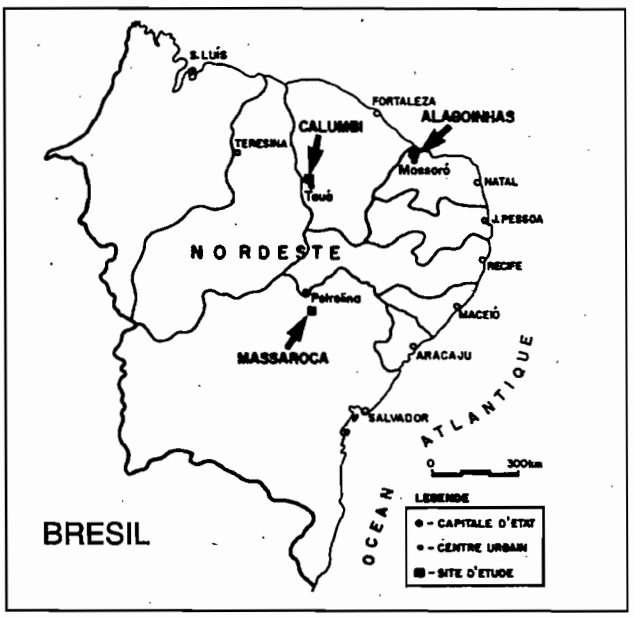


Figure 2. *Localisation des principaux sites.*

Tableau II. Principales phases d'évolution de la communauté d'Alagoinhas.

Année/Période	Changements observables	Facteurs identifiés	Conséquences
1922	Découverte Occupation	Points d'eau pour bétail	Appropriation terres Élevage extensif
1930/1950	Appropriation foncière	Terres dévolues Possibilité titres de propriété	Occupation et structuration (clôture) totale de l'espace
1950/1965	Mouvements fonciers	Proximité Mossoro Qualité sols	Division foncière Agriculture pluviale (subsistance/coton)
1965/1970	Afflux population Mouvements fonciers	Route Forages	Croissance population Division foncière
1968/1970	Plantation anacardiers	Marché anacardier porteur Chute marché coton Financements publics	Substitution parcours et coton par anacardier Réduction élevage Intégration marché Capitalisation exploitations
1970	Projet irrigation : entreprises agricoles à proximité	Financements publics Ressources naturelles	Pas d'impact direct sur la communauté
1985/1992	Salariat agricole Afflux population	Expansion entreprises (subventions/marché) Demande main-d'œuvre Baisse productivité anacardier Lotissement	Diversification revenus Vieillissement producteurs (exploitations indivisibles) Jeunes salariés doubles-actifs
1993	Mouvements fonciers et démographiques	Sécheresse	Décapitalisation (disparition élevage) Achat de terres par entreprises Afflux et départ main-d'œuvre

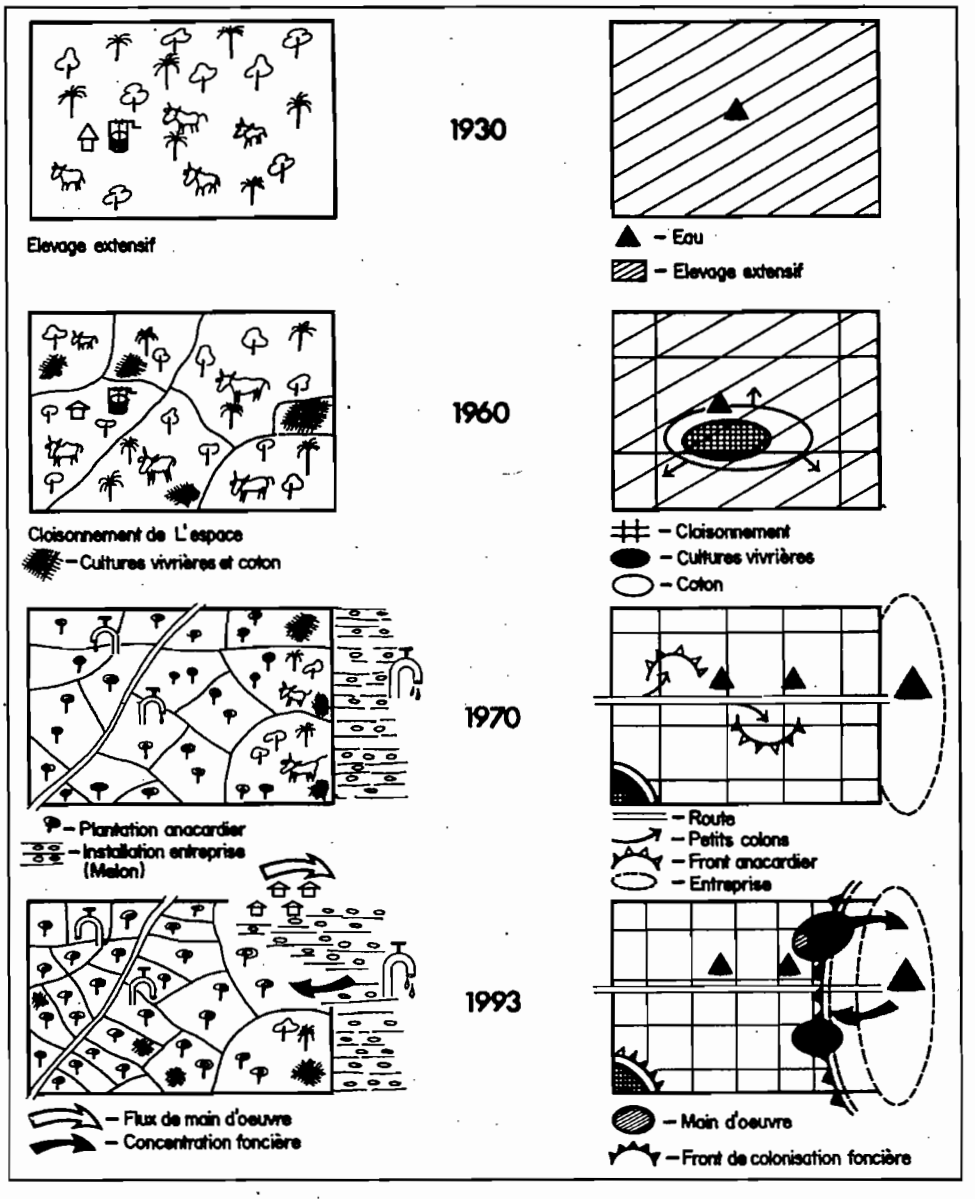


Figure 3. *Représentation de l'évolution agraire de la communauté d'Alagoinhas.*

L'analyse des phases d'évolution (tableau II) révèle une confrontation entre une société paysanne et une logique exogène agro-industrielle qui induit des chocs et des transitions. L'identification d'une tendance forte, la concentration foncière liée à l'expansion des entreprises et la dépendance croissante de la communauté vis-à-vis du marché du travail, aide à mieux définir les espaces économiques et sociaux pour les paysans de la communauté. Toutefois, les opportunités dépendent de l'évolution de la situation du municipe de Mossoro (croissance urbaine, développement de l'irrigation et de l'industrie — ciment, pétrole). Par exemple, la réalisation de forages grâce à des investissements publics permettrait la diversification des productions pour le marché urbain (produits à haute valeur ajoutée : horti-fruiticulture, etc.). Par ailleurs, la création de petites unités de sous-traitance pour le compte des entreprises agricoles contribuerait à la valorisation d'une main-d'œuvre qualifiée.

Les évolutions locales, leurs facteurs déterminants et leurs circonstances fournissent des éléments de compréhension et d'analyse de la situation agraire du municipe : modalités d'occupation et de mise en valeur du territoire, transformation des systèmes techniques, évolution des flux de population, de terres et de produits, influence urbaine (voir figure 4).

L'observation des phénomènes en situation réelle permet la caractérisation de facteurs (concentration foncière, dépendance vis-à-vis du marché du travail), critères (mouvements fonciers, double activité) et indicateurs de changements (achats de terres par les entreprises, jours de travail hors de l'exploitation) dans un contexte spécifique (développement de l'agriculture irriguée à proximité d'un pôle urbain et agro-industriel). Ces informations constituent des références pour l'analyse d'autres situations : l'étude de la trajectoire de développement d'Alagoinhas contribue à l'observatoire régional dans la mesure où cette situation se répète (par exemple : vallée du São Francisco).

Animation d'une dynamique institutionnelle

Objectif et méthodologie

L'objectif est d'adapter la réponse des techniciens et responsables des services publics aux nouvelles exigences liées au contexte politico-institutionnel. La constitution d'équipes capables de valoriser et d'alimenter localement les méthodes, instruments et référentiels mis au point s'appuie sur l'animation d'un réseau régional de recherche-développement. Cette démarche repose sur l'élaboration de propositions en termes de méthodes, stratégies et pratiques d'intervention pour le développement rural.

Analyse et réflexion sur la situation des institutions dans leur contexte sont alimentées, d'une part, par les informations fournies par l'observatoire régional et la modélisation des trajectoires de développement, d'autre part, par des études spécifiques portant sur l'évolution des institutions et des pratiques des techniciens, dont la méthodologie s'inspire des étapes et outils utilisés pour l'étude des trajectoires de développement (changements de pratiques, facteurs déterminants et conséquences).

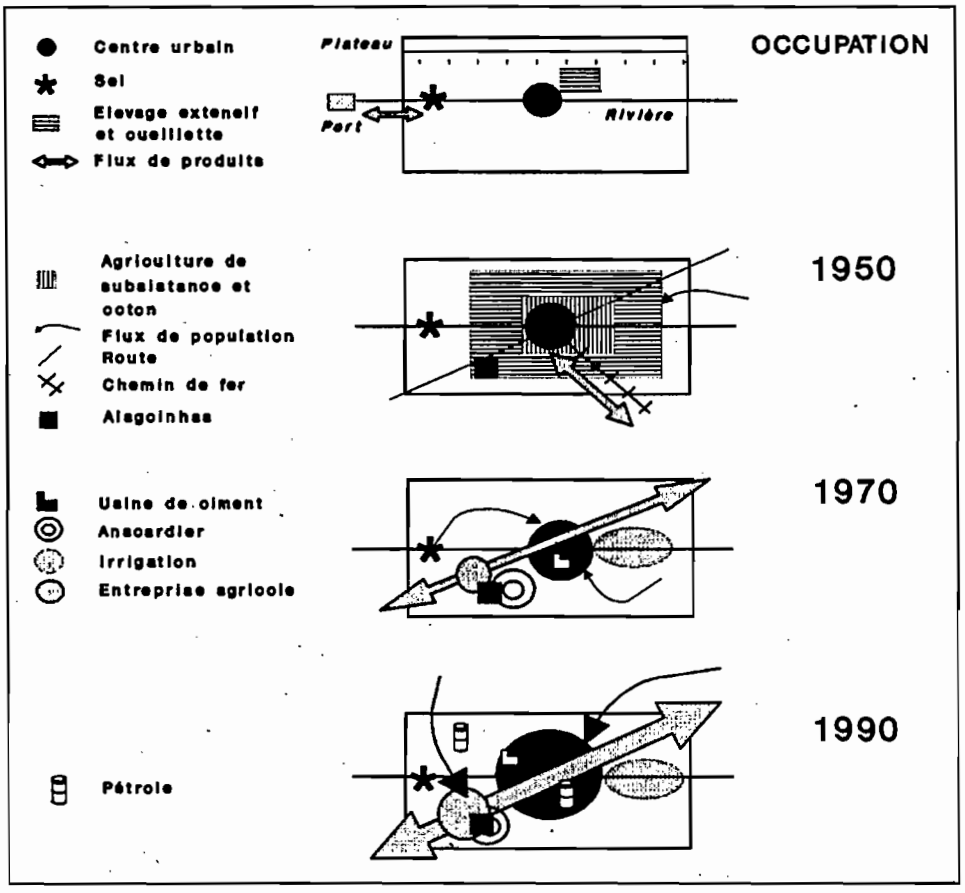


Figure 4. Représentation graphique de l'évolution agraire du municipe de Mossoro.

Les références méthodologiques (documents de travail, textes d'appui, études de cas) et outils pédagogiques (fiches techniques) sont mis en forme pour l'information et la formation continue des agents de développement.

Les institutions de développement expérimentent des propositions conçues au sein de l'URCA-Nordeste par les membres de l'équipe résidente. Ceux-ci élaborent un "projet retour" exécuté après adaptation lors de leur réintégration institutionnelle. Il ne s'agit pas d'une programmation descendante de l'intervention, mais d'une réflexion et d'une expérimentation des conditions et modalités de mise en œuvre d'actions négociées entre les acteurs impliqués (services techniques, groupements de producteurs, municipalités, ONG). Cette phase de planification concertée de projets locaux ou sectoriels est nécessaire dans la mesure où le niveau d'organisation des paysans ne se traduit pas encore par un réel pouvoir de négociation à l'échelle des Etats.

Un suivi des projets expérimentaux est mis en place. De nouvelles références relatives à la validation et aux adaptations des propositions élaborées par l'URCA-Nordeste sont produites colectivement. Ce processus de rétroalimentation des travaux conduits au sein de l'URCA-Nordeste permet de poursuivre l'effort de conception engagé.

Résultats

Élaboration de projets expérimentaux

Certaines propositions font appel aux méthodes et instruments expérimentés par, ou avec l'appui de, la recherche ces dernières années, mais peu diffusés (Caron *et al.*, 1993) : méthodes d'appui au développement local (Tonneau *et al.*, 1990), planification municipale (Santana *et al.*, 1994).

Basées sur l'analyse par l'URCA-Nordeste de la situation des institutions, des propositions nouvelles voient le jour : observatoires agricoles municipaux, systèmes de suivi-évaluation des opérations de développement, système de formation permanente des agents de développement.

La constitution d'un réseau de coopération

L'essentiel du dispositif d'expérimentation, de validation, de multiplication et de suivi des expériences repose sur la mise en place d'un réseau de coopération interinstitutionnel (voir figure 5). L'objectif est de socialiser et diffuser l'information produite et de garantir l'opérationnalisation des projets expérimentaux. La réalisation de rencontres et de visites, à partir des expériences mises en œuvre sur le terrain, donne lieu à une production collective de nouvelles références.

Les formes de coopération qui en découlent sont essentielles à la conception même des connaissances produites, ainsi qu'à leur utilisation pour l'action. Il y a des relations fortes entre formes de réseaux et formes des connaissances élaborées (Darre, 1986). Le type d'information dépend des acteurs qui alimentent et gèrent le système de production des données : où, comment, par qui et à quelles fins celles-ci sont-elles recueillies et traitées? L'originalité de l'URCA-Nordeste est de réunir des chercheurs et des agents de développement, ce qui en fait un dispositif propice à l'élaboration de nouvelles connaissances.

Conclusion

L'approche présentée se fonde sur une conception des relations entre connaissance et action qui remet en cause les habituelles divisions du travail entre chercheurs et agents de développement et implique une redéfinition des rapports entre techniciens (au sens large) et producteurs. Pour nous, la connaissance procède de l'action. La modélisation des trajectoires de développement conduit ceux qui la réalisent à comprendre la construction des processus de développement d'une région et leur permet d'agir avec pertinence sur les phénomènes et auprès des acteurs identifiés. En effet, comme le dit Liu (1993) : *"L'étude doit porter sur les transformations autant que sur les structures, car si celles-ci ré-*

sultent d'équilibres entre des forces antagonistes, seule une modification de l'équilibre pourra révéler ces forces. En outre, si la constitution de la structure dépend de la dynamique, seule la compréhension de la seconde expliquera la première."

Nous nous situons dans une démarche de recherche-action au sens de Lewin (1947, in : Liu, 1992) : les "projets-retour" élaborés par les agents de développement sont le produit de la connaissance issue de l'analyse de leurs propres actions de développement et de l'autonomie qu'elle leur permet d'acquérir. Nous retrouvons les deux éléments caractéristiques de telles recherches qu'identifie Vallerand (1993) : *"On one hand, action is a powerful and irreplaceable means of understanding social systems which are not natural phenomena, but are built up over the years and which have a sense; and on the other hand, the partnership that the operation requires, causes the research team to lose part of its exteriority regarding the subject to be informed. It is involved in aid to negotiation and often results in encouraging at least some of the actor-groups of an agrarian system to reorganize, increasing thus the system's capacity to adapt to change (sustainability)".* Ceci se traduit par une implication forte avec nos partenaires et par un déplacement des objets de recherche pour aborder de manière conjointe les processus sociaux et leurs aboutissants biologiques et techniques.

Cette démarche vise à mettre en place un système de prise de décision stratégique en situation et à favoriser l'émergence de réseaux d'acteurs s'informant de manière interactive : organisation, information et décision sont les fondements du dispositif. C'est, en effet, dans le champ économique et social, avec l'ensemble des acteurs concernés, que les innovations en matière de technologie et d'organisation se construisent, en incorporant des connaissances nouvelles issues de la recherche. En tant que chercheurs, nous contribuons à l'émergence de tels "réseaux de l'innovation" au sens de Callon (1989), lieux de confrontation des représentations des différents acteurs, d'apprentissage réciproque, d'élaboration et d'accumulation de savoir-faire. Ce dispositif est formalisé dans le cadre d'un réseau régional pour le pérenniser au-delà des aléas politiques et institutionnels, qui sont, après tout, des facteurs, parmi d'autres, des transformations sociales.

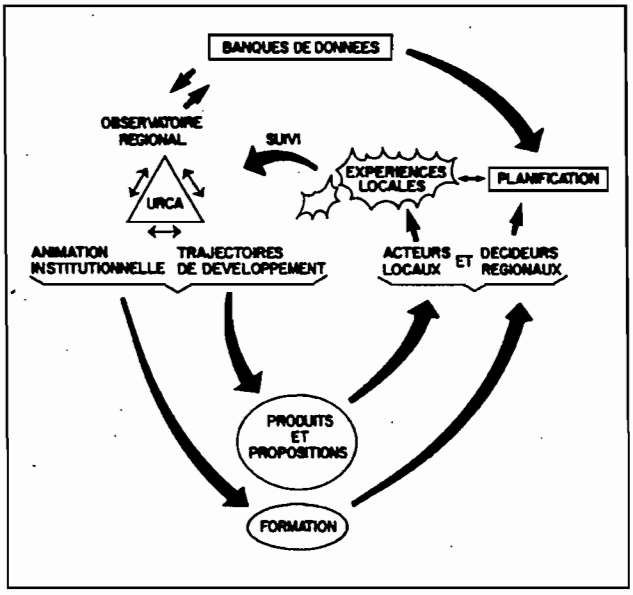


Figure 5. *Représentation du réseau de coopération recherche-développement.*

Références bibliographiques

Callon M. (éd.), 1989. *La science et ses réseaux. Genèse et circulation des faits scientifiques.* La Découverte. Paris. 214 p.

Caron P., Prevost F., Guimaraes Filho C., Tonneau J.P., 1992. Prendre en compte les stratégies des éleveurs dans l'orientation d'un projet de développement : le cas d'une petite région du Sertão brésilien. *In : Symposium international sur les systèmes d'élevage.* Institut agronomique méditerranéen, Saragosse, Espagne, sept 1992, 14 p.

Caron P., Prevost F., Gama P.C.S., 1993. A evolução de um programa de pesquisa em sistema de produção no Nordeste brasileiro. EMBRAPA/CPATSA, Pétrolina, Brésil, 31p.

Darre J.P., 1986. Comment les façons de faire et de penser se transforment : l'étude des réseaux de dialogue. In : Agriscope, 7 : 143-158, ESA, Angers,

EMBRAPA/SER, 1991. *Plano de ação estratégica da secretaria de assistência técnica e extensão rural* (1991/95). EMBRAPA, Brasilia, Brésil, 50 p.

Flores, M.X., Silva J. de S., 1992. Projeto EMBRAPA II : do projeto de pesquisa ao desenvolvimento sócio-econômico no contexto do mercado. Brasília : EMBRAPA-SEA, 55 p. (EMBRAPA-SEA, documentos, 8).

Landais E., 1992. Principes de modélisation des systèmes d'élevage. Approches graphiques. Cahiers de la Recherche- Développement, 32 : 82-95, CIRAD/SAR, Montpellier, France.

Le Moigne J.L., 1990. *La modélisation des systèmes complexes.* Dunod. Paris. 178 p.

Liu M., 1992. Présentation de la recherche-action, définition, déroulement et résultats. Rev. INT. Systémique, vol 6, 4 : 293-312.

Liu M., 1993. Systémique et Sciences Sociales. *In : Actes du IIe Congrès européen de systémique*, Prague, Oct, 1993, 139-145.

Martine G., 1992. Social development and liberalism : Relevant issues for the Brazilian semiarid region. *In : Impacts of climatic variations and sustainable development in semi-arid regions.* Janv. 1992. Fortaleza. Brésil. 10 p.

Santana R.A., Oliveira J.S., Caron P., 1994. Zoneamento por entrevistas com pessoas-chaves : proposta metodológica para subsidiar o planejamento municipal. In : XXXII Congresso da Sociedade brasileira de economia e sociologia rural, SOBER, Brasilia - DF, Brésil, juillet 1994, 22 p.

Silva R.F.B., Riché G.R., Tonneau J.P., Sousa Neto N.C. de., Brito L.T. de L., Correia R.C., Cavalcanti A.C., Silva F.H.B. da, Silva A.B. da, 1992. *Zoneamento agroecológico do Nordeste. Diagnostico do quadro natural e agrosocioeconomico.* EMBRAPA-CPATSA-SNLCS, Brésil, 194 p.

Tonneau J.P., Lima A.F., Poudevigne J., 1990. A pesquisa em sistema de produção no CPATSA. Orientação metodológica. CPATSA-EMBRAPA. Pétrolina. Brésil. Circular técnica, 24, ISSN 0100-6169, 24 p.

Tonneau J.P., 1994 : *Modernisation et paysanneries. Le cas du Brésil Nordeste.* Thèse, Université Paris X, Paris, France, juin 1994.

URCA-Nordeste, 1994 : *Contribuição ao desenvolvimento regional : um desafio para URCA-Nordeste.* URCA, CPATSA/EMBRAPA, 40 p.

Vallerand F., Casabianca F., Santucci P.M., Prost J.A., Bouche R., Casalta E., Vercherand J., 1990. Dynamisation d'un système agraire régional par l'organisation. *In : Modélisation systémique et système agraire. Décision et organisation.* J. Brossier, B. Vissac et J.L. Le Moigne éds. INRA, Paris : 293-296.

Vallerand F., 1993. The contribution of Action/Research to the organization of agrarian systems. Preliminary results of experiments underway in France. *In : First European Convention on Farming System Research/Extension, 6-9/10/93.* Edinburgh, SAC Ed Edinburgh (in press).

RAAKS: A Participatory Action-Research Approach to Facilitating Social Learning for Sustainable Development

Engel, Paul GH; Salomon, Monique

Department of Communication and Innovation Studies, Agricultural University Wageningen, Hollandsweg 1, 6706 KN Wageningen, The Netherlands

Abstract

In view of the ever-growing complexity of the natural and social systems we must attend to collectively, the scope and methodologies of farming systems research and extension have to be reconsidered. They must be broadened to include coverage of social-learning processes among relevant stakeholders. In this paper we introduce a participatory action-research methodology designed for such a purpose—rapid (or relaxed) appraisal of agricultural knowledge systems (RAAKS). Assuming a networking perspective, it focuses on how stakeholders in innovation processes actually probe, weigh, and take decisions with respect to relevant ideas, alternative propositions, and solution strategies. Rather than supporting the generation of specific solutions, it helps raise the quality of strategic decision making, communication, and cooperation among stakeholders. The methodology has been developed in the Department of Communication and Innovation Studies, Agricultural University of Wageningen, The Netherlands, as part of its research program on knowledge systems. It has been field-tested both in The Netherlands and in Central America.

Key words

Social learning, innovation, sustainable agricultural development, soft systems methodology, participation.

Résumé

La méthode RAAKS: une démarche de recherche-action participative favorisant l'apprentissage collectif pour un développement durable

La complexité toujours plus grande des systèmes sociaux et naturels, dont nous avons collectivement la charge, implique un renouvellement méthodologique des recherches-système, et un élargissement de leur champ d'investigation, pour qu'y soit englobé l'apprentissage collectif par des co-bénéficiaires. La méthode RAAKS – Rapid (or relaxed) Appraisal of Agricultural Knowledge Systems – *présentée ici, est une démarche de recherche-action participative répondant à cet objectif. Conçue dans une optique de travail en réseau, elle porte essentiellement sur la façon dont les co-bénéficiaires d'un processus d'innovation prennent effectivement des décisions, les évaluent et les examinent par rapport à des idées pertinentes, des contre-propositions, et des stratégies de solutions. Plutôt que d'une aide à l'élaboration de solutions spécifiques, il s'agit d'une aide à l'amélioration de la qualité des décisions stratégiques, de la communication et de la coopération entre les co-bénéficiaires. Cette méthodologie a été mise au point par le Département de communication et d'études d'innovations de l'Université de Wageningen, aux Pays-Bas, dans le cadre d'un programme de recherche sur les systèmes de connaissance. Des essais en conditions réelles ont été réalisés aux Pays-Bas et en Amérique centrale.*

Introduction

To aim at sustainable agricultural development means to recognize ends as part of the problem (Pretty 1994). Technical solutions are a necessary, but no longer sufficient, condition for adequate innovation of agricultural practices. Under such circumstances, there are two fundamental changes. Firstly, the formulation of a problem calls for inquiry, as much as does the formulation of a solution. Secondly, concrete solutions to specific problems are developed through mutual adjustments among many social actors, not just scientists, technicians, and farmers: rural women, school teachers, extension workers, traders, producers of inputs or services, processing industries, agricultural policymakers and planners. As a consequence, innovation can no longer be addressed as an individual capacity, it must be treated as a collective one.

This requires a shift in focus, both in our inquiries and our interventions. In order to support social actors in developing sustainable practices, we will have to concentrate on understanding how agricultural practices evolve as a result of (inter)action among stakeholders. How do social actors

learn to adjust their practices? How do they organize themselves to achieve the developments they favor? How do they interact? What relationships exist between particular types of organized interaction and the outcomes of these interactions in terms of innovations? No longer is it sufficient to examine individual learning. We should focus on the way actors learn socially.

In this paper we propose a participatory action-research methodology—rapid (or relaxed) appraisal of agricultural knowledge systems (RAAKS) (Chambers 1992)—which is designed to highlight social-learning issues in practical situations. Rather than focusing on concrete solutions immediately, it helps social actors study and improve the way they have organized themselves to achieve agricultural innovation. Central elements in RAAKS are team work, focused collection of information, group discussions, qualitative analysis, and strategic decision making. A very important characteristic of the RAAKS approach is its emphasis on farmers, farm women, consumers or other target groups as stakeholding actors and sources of relevant knowledge and information. We will introduce RAAKS, its origins, and design, and suggest some issues for discussion based on our preliminary experiences in its use. We do not intend a full description and evaluation, which would be impossible within the scope of this paper. Instead, we hope that this brief introduction will suffice to make one main point—that there is a need to broaden the scope and methodologies of farming systems research and extension.

Research and Development

RAAKS is being developed in the Department of Communication and Innovation Studies, Agricultural University of Wageningen (AUW), The Netherlands, as part of its knowledge systems research program. An account of its background, justification, and development is currently being prepared (Engel in preparation). Its design has benefitted from research on functional 'calibration' and linkages between the organizations and institutional actors involved in agricultural development (Beal et al 1986; Merrill-Sands, Kaimowitz 1990), communication (Rogers, Kincaid 1981) and knowledge networks (Box 1990), social actors' world views, agency, and relationships (Long, Long 1992), and agricultural systems' learning (Sriskandarajah et al 1989). Our own research underscored the relevance of actors' views, objectives and interests, mutual adjustments and coordination of activities, communication, and social learning (Röling 1988; Engel 1990; Brouwers 1993).

Over the past 5 years, elements of RAAKS have been implemented in three different forms: students have performed a large number of case studies, contributing to the design and testing of focused analytical perspectives or 'windows' that serve to draw attention to particular relevant issues. Also, as part of international education at Wageningen Agricultural University, RAAKS courses including short, group field studies were developed; these yielded valuable insights, particularly into the relevance of teaching and group dynamics in RAAKS. Finally, RAAKS field applications have been used in The Netherlands and in Central America.

RAAKS as a Process: Joint Inquiry

RAAKS draws upon the agricultural knowledge and information systems perspective (Röling, Engel 1992). It focuses on the performance of social actors as innovators of their own practices. Its starting-point is networking—what social actors consistently do to seek confirmation and/or adaptations of their practices is to seek, build, and maintain relationships with selected other actors (Engel in preparation). Such networking efforts lead to more or less stable patterns of relationships or networks, some of which are particularly relevant to agricultural innovation. RAAKS helps social actors identify appropriate networks and appreciate the role and relevance of these networks to the effectiveness of their search for agricultural innovation in concrete situations.

Given the complexities and judgmental issues underlying innovation processes, exactly what social actors intend to achieve is subject to permanent and often violent debate. Therefore, RAAKS is designed as a 'soft systems' methodology (Checkland, Scholes 1990), which recognizes, among other things, the appreciative character of the models we construct to study the world. The present agricultural system in The Netherlands provides a good example: depending on the point of view assumed, it may be qualified as 'a very successful export-earning whole' or 'a danger to sustaining life in the low lands'. When studying the social organization of innovation in agriculture, such differences in points of view are frequent and, what is more, may be vital to the community's capacity to innovate its practices. Rather than suppressing such views, they ought to be recognized and put to use in the debate on useful interventions and accommodations among stakeholders.

Finally, RAAKS focuses on facilitation and management. We believed that, in itself, the study of agricultural innovation processes is insufficient to enhance our capacity to understand the social organization of agricultural innovation processes. We therefore focused our attention on devising strategies to overcome limitations and to improve the way actors organize themselves for agricultural innovation. We had to explore possibilities for the active enhancement of innovation by designing specific interventions. Consequently, RAAKS was designed as a participatory action-research methodology (Foote Whyte 1991) to facilitate not only the learning of the researchers, but also joint learning by the actual stakeholders.

RAAKS as Multiple Perspectives: Offering Useful Windows

Given the appreciative character of the social organization of innovation and the many relevant strands of knowledge available, attempts to formulate one model to represent the social organization of innovation that would

be adequate for all, would be counterproductive. Instead, we designed RAAKS to include a variety of perspectives or 'windows' from which research teams can choose and adapt specific modes of inquiry. Each window highlights specific issues and relationships relevant to the social organization of innovation. Each has been developed and tested in field research, by others and/or ourselves, and each has been chosen and (re)designed by us to fit an action-oriented methodology. The purpose is to enable researchers and participants to create 'in-situ' various distinct, yet equally pertinent, mental constructs or 'cuts' of the situation to stimulate debate and reflection, rather than to attempt to build one consistent model of the whole. Thus RAAKS provides social actors with the possibility of taking a 'quick scan' from various angles and of assessing the effectiveness of their current manner of organizing themselves for agricultural innovation.

For example, a window called 'tracing mission statements' helps the team become aware of the differences that might exist between different parties regarding their ideas on the desired direction of (technological) change. Another, 'knowledge network analysis', provides insight into networking and learning among social actors sharing a particular concern or interest. Comparison of both outcomes enables the team to analyze and debate with the stakeholders whether the views of relevant parties converge sufficiently to guarantee fruitful cooperation, or, on the contrary, whether different views lead to competing or even conflicting efforts with respect to stimulating widespread agricultural innovation. Horse husbandry in The Netherlands provides an example (see later) of a strongly segmented sector, divided into three separate 'blood lines' (Engel et al 1990).

At present, RAAKS offers 15 windows, distributed over three phases. The list is by no means exhaustive. On the contrary, as the methodology is based on participatory action research, researchers and participating actors are encouraged to propose modified or additional perspectives and to design new tools of inquiry. However, our research suggests that these particular windows provide a useful starting point.

RAAKS as Social Learning: Organizing Ourselves More Effectively for Innovation

The operational objectives for the use of RAAKS are summarized as follows:

- (a) to identify opportunities for intervention aimed at improving the way in which social actors organize themselves to achieve the desired innovation;
- (b) to create awareness amongst relevant social actors—eg, managers, policymakers, producers, traders, researchers, extension workers, and representatives of other (target) groups—of the impairments and opportunities that affect their performance as innovators;
- (c) to identify (potential) actors who (may) act upon and effectively remove certain impairments or make use of the opportunities identified previously.

The second objective is important. RAAKS provides a framework for developing a shared definition of the situation and for identifying priority problems that affect successful performance. Careful preparations must be made to guarantee close collaboration within the team. The team will generally include social actors familiar with the situation as well as research facilitators familiar with RAAKS. Its membership does not normally exceed four or five. A preparatory workshop may be held to familiarize the team members with each other and with the methodology. The process of stakeholder participation must be discussed and planned carefully.

Subsequently, the actual RAAKS exercise consists of three phases. During each phase, different research objectives are pursued, different windows are selected, and interviews with selected actors are held. At the end of each phase a workshop is organized with (representatives of) relevant social actors and target groups. The purpose of the workshops is to return the information to the stakeholders to enable them to debate, complement, and/or amend the research findings. Each of the phases will now be described briefly, and illustrated by examples from our field work.

Problem Definition and System Identification

Windows are available to guide a preliminary inventory of relevant social actors, a study of existing problem definitions, a review of different actors' views on desired developments, and an analysis of environmental constraints. The outcome of phase A is a first approximation of the ways in which social actors currently (inter)act to innovate their practices.

Reopening the discussion on the use of bioethanol as transport fuel

In The Netherlands, the complex discussion on the advantages and disadvantages of the use of bioethanol has stagnated and become polarized. Nothing had happened some time after the appearance of a balanced report of the Scientific Council for Government Policy, which recommended an experimental project on a practical scale. One of the industrial stakeholders therefore requested the AUW to apply the RAAKS methodology in an attempt to reopen the discussion and to develop ideas for concrete follow-up activities. The decision was made not to address the debate at national level, but to focus on the north of the country where the problem of developing alternative farming activities is mostly severely felt. The research team was formed and included an actor of regional importance—the Van Hall Institute for higher agricultural and environmental education at Groningen. The team focused on the discussion process itself, interviewed key actors, and identified hot topics, communication practices, and relationships. Over 20 stakeholders participated in the first workshop, including farmers, industrialists, environmental activists, and specialists from various government departments. The team suggested that the search for viable alternatives such as bioethanol had stagnated because (a) of lack of communication between three different sets of actors, each focusing upon different priorities, (b) the discussion had been dominated by experts, rather than

social stakeholders, and (c) competitiveness existed amongst actors regarding the specific solutions each propagated. The workshop recognized these reasons and proposed additional political and technical reasons to explain the situation. It became apparent that enough support could be mustered to initiate actions towards establishing a collaborative experimental project for testing and evaluating the production and use of bioethanol on a practical scale. Further action research into the most effective way to do so was proposed (van Weeperen et al 1994).

Constraint and Opportunity Analysis

During the second phase, phase B, team members go into the field to gather information more systematically. Windows are available for the study of performance, actor characteristics and linkages, knowledge networks, task performance, and coordination and communication between actors. The actual choice of windows to guide inquiry and interpretation depends upon the definition of the problem situation and the priorities expressed during phase A. The outcome of phase B is a more detailed picture of how different networks of social actors interact, the issues dominating their debates, and how they do or do not coordinate their activities.

Horse husbandry in The Netherlands

The first comprehensive application of RAAKS was in the Dutch horse husbandry sector in 1990. The then recently formed Knowledge and Information Reference Centre of the Ministry of Agriculture, Nature and Fisheries was interested in diagnosing the way in which knowledge and information were generated, exchanged, and used in the horse sector, in order to be able better to (re)define its role in facilitating effective knowledge management. A general conclusion, recognized by all actors involved, was that in fact no 'horse husbandry sector' exists in The Netherlands. Three quite separate clusters of actors, called 'blood lines', exist: one dedicated to horse racing, one to horse breeding for export, and one to facilitating recreational horseback riding. For obvious reasons, actors in each of these segments formulate the mission for their innovation activities differently. Interconnectivity, knowledge and information sharing, and communication are much stronger within the 'blood lines' than between them. It became clear that the recreational cluster, though the largest in number of entrepreneurs and beneficiaries, had only a marginal influence on the agendas for breeding, research, and extension, and could benefit from organizing itself better and from building stronger alliances. The breeding line, on the other hand, could benefit from stronger ties with both extension and education, even though its linkages with research were very strong. Sector knowledge management was found to be weak, particularly with regard to farm management economics and marketing. Even though this was available within the sector (mostly with the horse racing and export actors), other entrepreneurs had difficulty gaining access to it. It was recommended that the Reference Centre take it upon itself to improve the situation. Another observation was that, due to lack of a direct relationship between research and the different groups of clients and/or beneficiaries of the horse sector, economic support for and feedback to research were weak (Engel et al 1990).

Articulating Policy/Intervention Analysis

During phase C, propositions for policy and/or intervention design are formulated and debated. Three windows facilitate an analysis of the potential of different social actors to enact specific programs and of their support for desired developments, and suggest possibly useful interventions. Generally, interventions concern proposals for improved cooperation and/or communication strategies. However, specific organizational, training or documentation and information proposals may also arise. The outcome of phase C is a commitment on the part of (some of the) stakeholders to follow up on (some of) the recommendations.

Basic grain production in Central America

The PRIAG (Programma Regional de Reforzamiento a la Investigación Agronómica sobre los Granos en Centroamérica) basic grains program of six Central American countries is funded by the European Economic Community. It aims to improve the relevance and impact of research and extension mostly for small grain producers. RAAKS was used as an instrument to generate recommendations for action. Teams were selected and trained to perform RAAKS exercises in selected grain growing regions in their countries. The analysis underscored the importance of understanding diversity in the social organization for innovation: often, two entirely different subsystems were seen to exist—'A', whose beneficiaries are solely subsistence farmers, and 'B', whose beneficiaries are subsistence producers who also sell part of their produce. The problems faced by these two subcategories of producers vary widely, as does the way in which they acquire and share their agricultural knowledge. In fact, 'A' farmers generally have not been considered as beneficiaries of research and extension programs at all. As a consequence, technical packages have never been developed to fit their needs and information reaches them mostly indirectly, through contacts with 'B' farmers or, sometimes, local traders. These in turn receive most of their information through representatives of private multinational companies that sell inputs and/or services. Public institutions often play a secondary role in providing grain farmers with technical recommendations. Particularly among category 'A' farmers, knowledge on basic issues such as improved varieties and their adaptation, integrated pest management, and cultivation methods is relatively poor. And so is the familiarity of researchers and extensionists with their practices and circumstances. However, also among category 'B' farmers, adoption of improved technologies is often partial due to lack of credit, difficult access to marketing channels, etc. Another feature frequently noticed by the teams, and recognized by the different stakeholders, was the lack of coordination or even disarticulation between public, private, and nongovernment institutions with regards to attending to the information needs of grain

producers. Recommendations ranged from reorientating research and extension policies, through establishing documentation and information centers, to (re)activating a number of interinstitutional coordinating mechanisms and stimulating the organization of farmer study clubs. A telling feature of the studies in the six countries was that each of the analyses demonstrated particular characteristics related to the social situation in the region and country itself, such as the active involvement of elected municipal authorities in Nicaragua, the recommendation to reinforce institutional intervention and coordination in Honduras, and a reflection upon the possibilities for agro-tourism in Costa Rica (PRIAG MSICA Workshop II, September—October 1992).

Some Issues for Discussion

Given the ever-growing complexity of the natural and social systems we must design and/or manage collectively, the scope and methodologies of farming systems research and extension must be reconsidered. They must be broadened to include the analysis of social learning processes among relevant stakeholders. This requires elevation of our systems-based analysis and intervention strategies to higher levels of (social) aggregation. It implies being concerned about creating adequate 'platforms' (Röling 1994) to manage complex ecosystems. What may RAAKS contribute? We believe we can propose the following:

- (a) When asked about the value added by RAAKS, our research teams in Central America indicated, among other things, that "RAAKS puts human agency into the centre of the analysis,...it helps us see the farmer as the principal actor, among many other relevant actors." The Guatemalan team commented that "we have worked the systems approach a lot..., but the RAAKS approach takes us beyond that; it emphasizes the relationships between the actors, something that doesn't occur in the traditional approaches." Traditional methodologies depict target groups mostly as users or even as mere receivers of knowledge and information. They fail to highlight the fundamentally 'indigenous' character of innovation processes. RAAKS seems to offer a practical way of bringing the farmer and other relevant local actors, their relationships, and social learning into the picture. Moreover, it supports the notion that not only farming practices must change to achieve sustainable development—research, extension, trade, and policy making practices, to name just a few, must also be reconsidered. Thus RAAKS may become one practical contribution to the design of intervention strategies 'beyond farmer first'.
- (b) In addition, active participation of all relevant actors in problem definition, analysis, and in intervention planning, helps to elevate our reflection and interventions to the meso level. Through study of the social organization of innovation, opportunities and/or impairments to effective social learning for sustainable development become apparent and can be discussed. Innovation can be addressed as 'social problem solving' (Lindblom 1990) without losing sight of relevant ecological, technical, and economic parameters. However, active participation also has a limitation—the relevant social actors must be willing to get involved. In addition, to manage a RAAKS exercise effectively asks a lot from the research team. RAAKS, for example, does not bypass issues of power and influence, although it facilitates their examination in a rather functional way. It makes their impact upon innovative performance all too obvious!
- (c) In our experience, it is particularly the 'soft systems' character of RAAKS that provides it with the potential to add a new dimension to our systems-oriented approaches. As it provides a basket of windows to study ideas and events and plan interventions, it helps bring social sense making, choice, and commitment back into our field methods. Not that this is easy. It should be a permanent concern of RAAKS researchers to involve actors who not only commit themselves orally, but are willing and capable of following up their intentions.
- (d) Intentionally, we label RAAKS a methodology, not a method. There is no predefined outcome, though there are clear objectives. Every team will create its own unique, context-specific exercise. Even so, analyses performed using the same window are comparable and may well be used for a more academic type of inquiry. An exchange of results and experiences between different teams proves very educational. If our preliminary experiences are an indication, the principles for 'alternative systems of participatory inquiry' as laid down by Pretty (1994) are fully applicable to RAAKS.

Acknowledgements

Since 1986, many scholars have provided important stimuli for our efforts. We name only a few here: Niels Röling, Stephan Seegers, Ab de Groot, Cees Leeuwis, Johan den Bakker, Michael Velders, Luc Adolfse, Annemarie Groot, Maria Koelen, Lenneke Vaandrager, Norman Long, and Louk Box (University of Wageningen), Janice Jiggins (Andelst), Peter van Beek (Queensland), Emilia Solis (Costa Rica), Moreno Schaffernicht (CIRAD), Jules Pretty (IIED), and Bertus Haverkort (ILEIA). Our networking has been intensive and fruitful. Of course, the interpretations and presentation remain entirely our responsibility.

References

Beal GM, Dissanayake W, Konoshima S. 1986. Knowledge generation, exchange, and utilization. Boulder, USA: Westview Press. 467 pp.

Box L (ed.). 1990. From common ignorance to shared knowledge. Wageningen, The Netherlands: Studies in Sociology, Agricultural University of Wageningen. 80 pp.

Brouwers J. 1993. Rural people's response to soil fertility decline. The Adja case (Benin). Wageningen, The Netherlands: Agricultural University of Wageningen. 157 pp.

Chambers R. 1992. Rural appraisal: rapid, relaxed and participatory. Brighton, UK: Institute for Development Studies (IDS). 90 pp.

Checkland P, Scholes J. 1990. Soft systems methodology in action. Chichester, UK: John Wiley. 329 pp.

Foote Whyte W. (ed.). 1991. Participatory action research. London, UK: Sage. 247 pp.

Engel PGH. Facilitating agricultural innovation. (In preparation)

Engel PGH, de Groot A, Meyering A, Elema T. 1990. Case Studie Kennissysteem Paardenhouderij. Wageningen, The Netherlands: Agricultural University of Wageningen. 47 pp.

Engel PGH. 1990. The impact of improved institutional coordination on agricultural performance: the case of the Nariño Highlands in Colombia. The Hague, The Netherlands: International Service for National Agricultural Research (ISNAR). 23 pp.

Long N, Long A (eds.). 1992. Battlefields of knowledge. London, UK: Rootledge, 306 pp.

Merrill-Sands D, Kaimowitz D. 1990. The technology triangle. The Hague, The Netherlands: International Service for National Agricultural Research (ISNAR). 118 pp.

Pretty JN. 1994. Alternative systems of inquiry for a sustainable agriculture. Wageningen, The Netherlands: ICRA. 16 pp.

Lindblom C. 1990. Inquiry and change. New Haven, CT, USA: Yale University Press. 314 pp.

Rogers EM, Kincaid DL. 1981. Communication networks: towards a new paradigm for research. New York, USA: Free Press. 386 pp.

Röling NR. 1988. Extension science, information systems in agricultural development. New York, USA: Cambridge University Press. 233 pp.

Röling NG. 1994. Creating human platforms to manage natural resources: first results of a research programme. AFSRE-1.294, Version 1. 18 pp.

Röling NG, Engel PGH. 1992. The development of the concept of agricultural knowledge information systems (AKIS): implications for extension. Pages 125—137 *in* Agricultural extension: worldwide institutional evolution and forces for change (Rivera WM, Gustafson DJ, eds.). Amsterdam, The Netherlands: Elsevier.

Sriskandarajah N, Bawden RJ, Packham RG. 1989. Systems agriculture—a paradigm for sustainability. *In* 9th FSR/E Symposium. Fayetteville, USA: University of Arkansas. 18 pp.

van Weeperen W, Salomon M, Engel PGH. Samenvatting Concept Rapport Fase 1 Bio-Energie in Verkeer. Wageningen, The Netherlands: Agricultural University of Wageningen. 18 pp.

Revealing and Concealing Metaphors for a Systemic Agriculture

McClintock, David; Ison, Ray
Systems Department, The Open University, Walton Hall, Milton Keynes, UK MK7 6AA

Abstract

Change that makes a difference arises from conversations in which different sorts of questions are asked. This leads to different understandings and actions. Different metaphors, which are derived from different theoretical frameworks, have the potential to lead to new questions as metaphors reveal and conceal various aspects of our realities. A dominant metaphor of agriculture is "agriculture as production," where inputs are processed into food and fiber products. This metaphor developed from our scientific approaches to agriculture, in which researchers were seen to take an independent, objective view of the system. An alternative theoretical framework, which does not see the researcher as independent of the system and takes a system as a construct or holon and not a representation of an external reality, leads to different metaphors for agriculture. "Agriculture as culture" and "agriculture in countryside design" are metaphors that show aspects other than those revealed by traditional metaphors. Understandings can emerge through dialogue about such metaphors. We suggest that reflecting on metaphors has the potential to enhance systematic understanding of agriculture. We discuss how these insights interact with and inform our current research.

Key words

Metaphors, systemic agriculture, construct, dialogue, emergence, countryside design

Résumé

Métaphores et agriculture "systémique"

Le changement qui fait la différence naît de conversations au cours desquelles différents types de question sont posés, ce qui conduit à différentes perceptions et actions. Les métaphores, issues de différents contextes théoriques, ont le pouvoir de déclencher différentes perceptions, du fait qu'elles dévoilent ou dissimulent certains aspects de notre réalité. L'une des métaphores dominantes dans l'agriculture a été "agriculture synonyme de production", où les intrants sont transformés en aliments et fibres textiles. Cette métaphore est le résultat de notre approche "scientifique" de l'agriculture, selon laquelle les chercheurs sont considérés comme ayant une vision indépendante et objective du système. Une autre vision théorique, qui ne considère pas le chercheur comme une personne indépendante du système, mais considère un système comme une construction mentale et non comme la représentation d'une réalité extérieure, mène à d'autres métaphores sur l'agriculture. "Agriculture synonyme de culture" et "l'agriculture dans la construction d'un paysage" sont des métaphores qui soulèvent des questions bien différentes de celles évoquées par les métaphores traditionnelles. La perception peut surgir du dialogue sur de telles métaphores. Nous pensons qu'une réflexion sur les métaphores pourrait favoriser la perception systémique de l'agriculture. Nous allons voir comment ces idées peuvent avoir des répercussions sur notre recherche actuelle.

Introduction

This conference indicates that many see in systems-oriented research ways of dealing with the change and complexity that characterize agriculture and rural development. However, Bawden and Macadam (1988) question our collective abilities to think about change because of our failure to "...think about things in quite a different way—for what we do in the world reflects what we know about it, and what we know depends on how we go about knowing, or in other words when thinking about change we should start by thinking about thinking." For this reason we are concerned with metaphors. We suggest that reflection on our metaphors and how our understanding is influenced by them are aspects that appear to be lacking in many systems views of agriculture. This has influenced our research design.

It is suggested that science works by metaphor, rather than by deduction, and that "the kinds of metaphors that

people have in mind are changing" (Waldrop 1993, p 327). Waldrop (1993, p 334) further points out that "an awful lot of policy-making has to do with finding the appropriate metaphors." In writing a paper about metaphors we do not intend to prescribe particular metaphors for any one context, rather we are concerned about their contribution to our methods for understanding and design of a systemic agriculture.

A Systemic Agriculture

We use the adjective 'systemic' rather than just the noun 'system', to try to get away from one misunderstanding that has plagued systems research. 'Systemic' comes from the notion of 'whole' and is in direct contrast to the adjective 'systematic', or step-by-step thinking or procedures, which has dominated systems research. Another misleading concept made by systems researchers is that of a system as a simplification or a representation of an external reality, as in common usage of 'farming system'. In contrast, and following Checkland and Scholes (1990), we prefer to conceptualize systems as constructs, or holons, made by the observer to interpret, structure, and understand how changes can be made in the process of praxis (in dialogue about change). As a human activity, agriculture can only be referred to in interactions and conversations. Hence a systemic agriculture does not exist, it is constructed.

Conceptualizing a systemic agriculture as a construct, and reflecting on aspects revealed and concealed by metaphors can initiate dialogue about change, through which different understandings may emerge. Emergence is a systems property that describes how a whole has different functions than parts or components of the system. We suggest that it is only through dialogue that understandings of a systemic agriculture can emerge and that metaphors are a motor for dialogue.

Metaphors

Snodgrass and Coyne (1991, p 7) speak of metaphor as "the transfer of one concept to another." (In Greek, 'metaphora' means 'transfer'.) Lakoff and Johnson (1980, p 5) prefer to define metaphor as "understanding and experiencing one kind of thing in terms of another." Metaphors are thus seen as a way of structuring experience for understanding. A metaphor is then "... much more than a grammatical form or literary device; it is a cognitive structure" (Snodgrass, Coyne 1991, p 8).

Metaphors lead to partial understandings (Morgan 1986), and many metaphors coexist in complementary or even paradoxical ways. This situation arises because metaphors both reveal (emphasize) and conceal (suppress) different details or aspects of our realities (Lakoff, Johnson 1980). Metaphors reveal by enlightening or helping to understand interpretations of systems. Concealing is counter to revealing; the very process of enlightening covers up or conceals some aspects. Whether those aspects that are concealed are important in an absolute sense is not relevant; however, a discussion of what aspects are revealed and concealed is an important way to understand what we do and how we approach research and development (R&D).

We propose three guiding principles for considering metaphors and a systemic agriculture:
- Ways of thinking guide our action.
- If ways of thinking are changed, our actions will also change. This is not in a cause-effect way, rather it is a change in the relationship between thinking and action. Whether understanding needs to be changed in an absolute sense is not a concern for a systemic agriculture, although it is recognized that many of our problems rest in our ways of thinking (Morgan 1986).
- Considering new metaphors, or entering into dialogue, is a way to initiate change in our ways of thinking.

Changing metaphors is like changing the lens on a camera. As the lens and focus are changed, so is the perspective of what is being viewed. Consider looking through a camera lens at a house in front of a mountain. As the focus is narrowed (zoom in), the background becomes indistinguishable and it even changes. This is what we mean by aspects being revealed and concealed through a process such as focusing. Theoretical frameworks are both the lens and the focus. From this perspective we see an important role for future R&D as reflection on what aspects are revealed and concealed by using different metaphors. It could be suggested that a primary role for R&D is to generate new metaphors for understanding and design.

What can be revealed and concealed in a given context will depend on which metaphors are chosen. The validity of metaphors is a topic that deserves more discussion, in another forum. Snodgrass and Coyne (1991), following Gadamer, reason that the validity of an interpretation lies in its practical application, its staying power, and the degree to which it gives rise to new insights and new disclosures of meaning. We suggest that the same could be said of the use of metaphors.

Metaphors Arising from Our Theoretical Frameworks

From the many possible theoretical frameworks, two are chosen to show how different metaphors can be used. These two epistemological frameworks differ in the status of the observer: outside the system being researched or as part of the system under research (the researcher constructs the system according to his/her understanding). Uexküll et al (1993, p 54) stated this succinctly: "The science that excludes the observer 'reduces'; the science that includes the observer 'constructs'." We refer to the first case as traditional scientific framework and the second as alternative theoretical framework.

Traditional scientific framework

Scientists and researchers have for over three centuries divided the world into subjects and objects. The subject looks out at separate objects (eg, "I look at things"). People are placed outside the observed system in this process of "objectification". Researchers are considered to be

independent and objective. Scientists have followed a tradition from this process of objectification, through which science aims to discover universal laws describing an objective reality (via discovery of facts). Reason and Heron (1986) summarize six propositions that they take issue with in orthodox scientific inquiry. These are that:

- there is one reality;
- this reality can be known objectively;
- knowledge is identical to all knowers;
- knowledge is expressed in propositions that can be validated empirically;
- the whole is explained in terms of the sum of the parts;
- explanation is sought in terms of linear, energetic cause and effect.

We see that the dominant metaphor in western agriculture arising from this framework is "agriculture as production," especially "agriculture as food and fiber production." Historical events have reinforced this metaphor. Farmers were heroes in many countries as they managed to support populations during and after the world wars. Many postwar national agricultural policies evolved to ensure self-sufficiency, which is still seen as an important objective today, especially for policymakers (eg, common agricultural policy of the European Union and self-sufficiency policies in Japan for rice). This view and the neo-Malthusian debate of the 1960s further supported farmers' conception of themselves as producers and heroes. It is a good example of how ingrained a metaphor can become, and how our understandings are shaped.

The metaphor of "agriculture as production" has been enhanced by scientific approaches to agriculture in which researchers are seen as taking an independent, objective view of the system. For example, "agriculture as production" sees nature as a source of inputs and a sink for outputs. Agriculture is superimposed onto nature as an independent set of practices that manipulate a natural biophysical environment. This metaphor has revealed problems prone to technological fixes, and has led to increased use of high-tech technologies. An increasing number of technological fixes appear to be needed to counter the ever-rising number of problems, which highlights the process of concealment.

The metaphor of "agriculture as production" has concealed the way 'culture' has been abstracted from agriculture. Bawden (1992, p 11) asserts "...the need for culture to be placed back into an agriculture which had become increasingly reduced to its techno-scientific and economic rationalistic dimensions." Agriculture, as a human activity, only derives meaning from interactions with people involved in it, yet many researchers ignore this because of the need—under the rationalistic framework—to reduce agriculture to something definable and manageable. Current systems understandings do not fully appreciate the interaction between people and agriculture or nature, or other interactions. Reflection on the metaphor "agriculture as culture" reveals aspects concealed by "agriculture as production." Growing environmental awareness has also challenged the appropriateness of the "agriculture as production" and "farmer as producer" metaphors. Other metaphors (some devised by farmers) include "farmers as landscape managers." This raises the possibility of "agriculture as design."

Alternative theoretical framework

Maturana and Varela (1987) provide an alternative epistemological framework, which emphasizes the position of researchers in the system being researched. Observation is seen as dependent on the act of observing. Russell and Ison (1993, p 1047) see this theoretical position as a basis for second-order science, where "... the espoused role and actions of the researcher is very much part of the interactions being studied."

Maturana and Varela (1987) outline how human beings could be considered as autopoietic systems (self-generating, or structurally determined systems). As structurally closed systems, they are not isolated because they are structurally coupled to other humans and to their context (Figure 1). In structural coupling, people cannot be separated from their history, nor can people be separated from their context. They are also not simple input-output systems that passively receive data from the environment and process it into behavior. Instead they suggest that human beings generate responses to changes in their interactions with their environment, but these are not responses determined by inputs. This becomes important because closed systems have no inputs or outputs and thus humans do not receive information that is processed into action (behavior). Russell and Ison (1993) draw implications when they recognize that a closed system cannot be instructed. Changes, if any, come from interactions with our context in a nonspecific way. This idea fits with the assertion of Russell Ackoff (Ison 1993) that no development other than self-development is possible. These understandings allow us to question many systems methodologies, which implicitly attempt to change people's behavior.

Emergence through Dialogue

The alternative theoretical framework emphasizes the position of the researcher as part of a constructed system, and the process of initiating changes in understanding by emergence through dialogue (McClintock, Ison 1994). Emergence through dialogue is one principle that follows from the epistemological position outlined, where changes can be initiated but their outcome cannot be determined. Dialogue suggests "meaning flowing through" (Isaacs, in press). Isaacs suggests an initial working definition of dialogue as "... a sustained collective inquiry into the

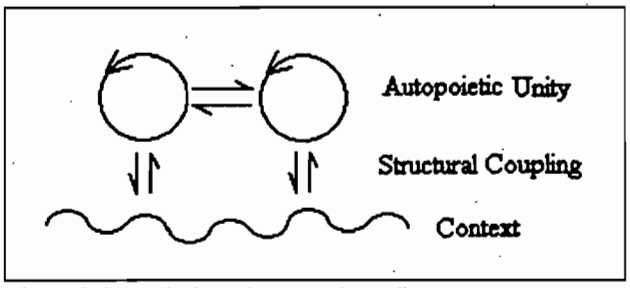


Figure 1. Autopoiesis and structural coupling. Source: Maturana, Varela (1987, p 74).

processes, assumptions, and certainties that compose everyday experience." In other words, creating space where people can reflect on different metaphors can engender new understandings (what we have also called creating a space for response-ability). It follows that metaphors are stories that people tell about themselves; then methodologically, the question is how to facilitate different metaphors that give rise to different stories?

Metaphors as a Methodology for Systemic R&D: Our Current Research

In our research, we are concerned with developing processes to bring together people who may have different value positions, to design future countrysides. By encouraging dialogue, these processes aim to appreciate the diversity of understandings and values, and thus allow new understandings to emerge. This research project was labeled as "agriculture as design" in the early phases, but subsequent focusing led to "future countryside designing" so as to appreciate different conceptions of agriculture. Agriculture, or farming, uses about 80% of managed land in the United Kingdom, and provides a pragmatic base to explore countryside designing.

The concept of metaphors that reveal and conceal has guided our research, especially as a basis for interactions with those concerned with countrysides. In addition, the processes mentioned earlier for bringing people together hinge on the idea of invitation: not just who is invited, but in what manner the invitation is made. The nature of invitation would be seen to be different as a result of contextualization and development of relations.

One farming and wildlife organization, Farming and Wildlife Advisory Group (FWAG), provided access to a certain network of conversations in English countrysides. Time was spent in participant observation with different county group members, and actively listening to stories and metaphors from their daily lives. A report and workshop were prepared by valuing the participants' understandings and enabling reflection on those metaphors. This was not a traditional report in that it did not attempt to analyze the perceptions and metaphors being used; instead, we combined a report and workshop to create an experience. This experience was one of being valued and listened to, which is important in a project that attempts to research with—not on—people. It was also an experience where dialogue about some metaphors was possible. Unstructured discussions were held in this participant observation phase, and metaphors that were mentioned were extracted from field notes, or transcripts of discussions and interviews. Metaphors were grouped into those on countrysides, on being involved in the farming and wildlife group, and on current issues.

Workshops were designed to commence with reflection on metaphors through a process of "mirroring" (Webber, Ison, in press), which was used to stimulate further action as part of an action-research project. Morgan (1993) suggests that, with his concept of "imaginization," metaphors can become the focus of group activities. We do not agree that researchers should name desirable metaphors; instead, participants should identify what is revealed and concealed and generate new insights. Two techniques were considered for the design of the workshops: using "metaphors of the moment" that emerge spontaneously during the course of discussion and inquiry (Morgan 1993, p 175), and using metaphors or images of the past, present, or future to direct discussions (Morgan 1993, p 184). This systemic action research inquiry will then be consolidated (Ison 1993). Participants will be co-researchers, and researchers will have the role of either facilitators attempting to create a space for response or co-conceptualizers as the group tries to engage in a process of creating a space for response. The difference lies in the intensity of interactions while exploring what action is feasible.

Designing is a term that could cause confusion if it is related to planning. It is not used in this deterministic way, instead it signifies involvement in a project with many players that translates human culture, technology, and aspiration into form. Hence design is seen as a process where conversations about choosing desirable futures can proceed in a manner that allows participants to be "response-able," acknowledge our structural coupling, and initiate changes in our understandings by reflecting on metaphors.

Other Examples from Recent Research

Kersten and Ison (1993) explored different understandings of vegetation management held by graziers, scientific researchers, and advisory officers in the semiarid rangelands in western New South Wales (NSW), Australia. The research process acknowledged the multiple and diverse realities of the participants and designed processes to facilitate dialogue and emergence of new understandings for further R&D.

Acknowledging that graziers' knowledge complemented researchers' knowledge informed the design of processes. Matrix ranking, diagramming, and creative acknowledgment of what individuals had to say in semistructured interviews were techniques used not to analyze understandings of vegetation, but as a tool to reflect on important criteria and to promote dialogue.

The team from Community Approaches to Rangelands Research (CARR) used alternative metaphors of communication and research, and formed a collaborative researching community with graziers in the rangelands of NSW, Australia (Russell, Ison 1993; Ison 1993). The metaphors of "enthusiasm" as theory, biological driving force, and methodology shaped the design of and further emerged from this research. Metaphors such as "researching with people," rather than "researching on people or on things," also informed the design of process.

Concluding Comments

To engage in this dialogue about metaphors is not to try to transfer information about metaphors and their use. It is a

commitment to allow new understandings to emerge through dialogue. By continuing this conversation we hope to engage new metaphors, which have the potential to initiate changes in our understandings and actions. It is hoped that this dialogue will not only encourage reflection on metaphors, but also on the theoretical frameworks that engender them.

A systemic agriculture as a concept is likely to be many things at once for different people, due to the partial nature of metaphors. A systemic agriculture will be shaped by those metaphors arising from dialogue. To define a systemic agriculture out of context is not possible under the alternative theoretical position described earlier. Some metaphors that are outlined could lead to a systemic agriculture. We have also outlined how consideration of metaphors as methodology has guided our research. We would like to invite you to enter into dialogue about what we see as a way to change our ways of understanding and thus our actions.

Acknowledgment

We wish to thank Rosalind Armson and Bernard Hubert for their helpful comments on the manuscript.

References

Bawden R. 1992. The farmer's new worries: ethics and ecology. The Sydney Morning Herald, 17 February 1992, p 11.

Bawden R, Macadam R. 1988. Towards a university for people-centred development. A case history of reform. Paper presented for Winrock International, December.

Checkland P, Scholes J. 1990. Soft systems methodologies in action. Chichester, UK: John Wiley and Sons.

Isaacs WN. Taking flight: dialogue, collective thinking, and organisational learning. *In* Organisational dynamics, report from the Centre for Organisational Learning's Dialogue project. Cambridge, MA, USA: Massachusetts Institute of Technology. (In press)

Ison RL. 1993. Changing community attitudes. Rangelands Journal 15(1):154—166.

Kersten SMM, Ison RL. 1993. Grazier's patterns of understanding of vegetation in the semi-arid rangelands of NSW. *In* Proceedings of the Seventeenth International Grasslands Congress, Palmerston North, New Zealand.

Lakoff G, Johnson M. 1980. Metaphors we live by. Chicago, IL, USA: University of Chicago Press

Maturana H, Varela F. 1987. The tree of knowledge. The biological roots of human understanding. Boston, MA, USA: Shambala Publications. 263 pp.

McClintock DN, Ison RL. 1994. Responsible (responseable) design metaphors. Pages 146—149 *in* Proceedings, World Congress 3 on Action Learning, Action Research and Process Management, University of Bath, UK.

Morgan G. 1986. Images of organisation. California, USA: Sage Publications. 421 pp.

Morgan G. 1993. Imaginization: the art of creative management. California, USA: Sage Publications.

Reason P, Heron J. 1986. Research with people. The paradigm of cooperative experiential inquiry. Person Centred Review 1(4):456—476.

Russell D, Ison R. 1993. The research-development relationship in rangelands: an opportunity for contextual science. Pages 1047—1054 *in* Proceedings, Fourth International Rangeland Congress. Montpellier, France: CIRAD.

Snodgrass A, Coyne R. 1991. Models, metaphors and the hermeneutics of designing. Working Paper. Sydney, Australia: University of Sydney, Faculty of Architecture.

Uexküll T, Von Geigges W, Hermann J. 1993. The principle of teleological coherence and harmony of purpose exists at every level of integration in the hierarchy of living systems. Advances, The Journal of Mind-Body Health 9(3):50—64.

Waldrop NM. 1993. Complexity. The emerging science at the edge of order and chaos. Viking.

Webber LM, Ison RL. Participatory rural appraisal design: conceptual and process issues. Agricultural Systems. (In press)

Fonctionnement de l'exploitation agricole et analyse de la diversité dans une perspective de développement rural

Bravo Gonzalo[1] ; Dorado Guillermo[2] ; Chia Eduardo[3]

[1]Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), CC 228, 4400 Salta, Argentine

[2]INTA, 7540 Coronel Suarez, Argentine

[3]INRA-SAD, BP 1607, 21036 Dijon cedex, France

Résumé

Dès la fin des années 70, on constate en Argentine une faible adoption par les agriculteurs des nouvelles techniques générées par l'INTA. Le travail présenté ici part de l'hypothèse que ces nouvelles technologies ne correspondent pas aux besoins des agriculteurs. Pour surmonter ce décalage, nous proposons une méthodologie d'analyse de la diversité qui se fonde sur l'étude des pratiques des agriculteurs (objet d'analyse). Cette méthodologie doit être mise en œuvre par des équipes pluridisciplinaires avec la participation des conseillers agricoles.

Mots clés

Fonctionnement d'exploitation, systèmes agraires, méthodologie d'analyse de la diversité, Amérique latine.

Abstract

Analysis of Farms and Their Diversity for Rural Development

Since the late 1970s, the rate of adoption by farmers has fallen for new techniques developed by INTA. The hypothesis in this paper is that the techniques did not meet farmers' requirements. A methodology for analyzing diversity is proposed for overcoming the problem; it involves the study of farmers' practices (subject of the analysis). The methodology should be implemented by multidisciplinary teams, including agricultural advisers.

Introduction

De nombreuses expériences montrent que la diffusion des innovations techniques dans le milieu rural argentin reste très limitée. Dans ce sens, nous constatons que les propositions techniques de l'INTA, *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria* (principal organisme de recherche agronomique et développement agricole en Argentine), apparaissent faiblement adaptées aux besoins des agriculteurs. Ce décalage est lié en partie à l'insuffisante connaissance de la complexité des réalités agraires sur lesquelles l'INTA intervient, tant à l'échelle de l'exploitation agricole qu'à celle de l'ensemble des exploitations d'une petite région.

Pourquoi ces diagnostics se révèlent-ils insuffisants pour comprendre le fonctionnement de l'exploitation et la diversité du milieu rural ? Ce sera l'objet de la section suivante. Puis seront présentés les éléments théoriques sur lesquels s'appuient ces deux travaux, qui cherchent à élaborer un ensemble méthodologique destiné aux diagnostics du fonctionnement des exploitations agricoles et du développement local. La dernière partie discute les possibilités d'incorporer cette démarche dans la forme d'intervention de l'INTA.

Les limites pour comprendre le fonctionnement et la diversité des exploitations agricoles

Les insuffisances des approches utilisées sont liées notamment aux éléments théoriques sur lesquels s'appuient les études.

La rationalité des agriculteurs

Les agriculteurs sont censés être porteurs d'un projet caractérisé par la maximisation d'une fonction d'utilité, posséder une information pure et parfaite et avoir la liberté de choix : ils sont rationnels. De ces caractéristiques découle un comportement certain, rationnel et mécanique. Le système de production a une finalité exogène (le plus souvent, la maximisation du profit), définie une fois pour toutes dans le modèle. La complexité est réduite à une homogénéité de la fonction objectif et à un ensemble fini de moyens, qui peuvent être ordonnés par rapport à un critère (coût, pénibilité, etc.). Pourtant, leurs comportement réels montrent que ces acteurs peuvent avoir des objectifs différents et évolutifs et que les informations dont ils disposent ne leur per-

mettent pas d'imaginer l'ensemble des solutions possibles et leurs conséquences.

L'exploitation agricole comme entreprise capitaliste

Dans les différentes approches, l'exploitation agricole est considérée comme une entreprise capitaliste dont l'organisation est fondée sur un double postulat de dissociation : l'unité de production est dissociée de l'unité de consommation, d'une part ; les facteurs de production combinés dans l'entreprise sont rémunérés séparément, d'autre part. Cette vision ne permet ni de rendre compte du fonctionnement des unités qui utilisent dans une grande proportion la force de travail familiale, ni d'expliquer leur permanence dans l'activité malgré une rentabilité négative, ni de comprendre leur diversité de comportements face à l'adoption d'innovations techniques.

La caractérisation des systèmes de production

Elle est insuffisante car elle reste limitée à :

- une analyse de la structure de l'exploitation (moyens de production) et du système d'orientation de la production (activités dominantes) qui ne prend en compte ni la présences d'autres activités ni les relations et interrelations entre éléments, bref le fonctionnement et sa diversité ;
- une étude statique, où l'absence d'une dimension temporelle empêche de saisir la dynamique d'évolution du système ;
- une faible prise en compte de l'environnement et de son influence sur le fonctionnement du système ;
- une absence d'analyse des pratiques techniques, économiques et sociales des producteurs.

Elargissement du cadre théorique

Pour surmonter ces limites, nous nous sommes appuyés sur trois ensembles théoriques : la rationalité limitée et le comportement adaptatif des agriculteurs ; la spécificité organisationnelle de l'exploitation agricole familiale ; le fonctionnement du système.

Rationalité limitée et comportement adaptatif des agriculteurs

Pour mieux comprendre le comportement des décideurs, H. Simon (1983) a proposé un modèle alternatif fondé sur le caractère limité de la rationalité. Il est déterminé principalement par une hypothèse d'information imparfaite qui empêche les agents de connaître toutes les alternatives d'action et toutes les conséquences de leurs décisions. Une autre hypothèse du modèle, dérivée de la première, considère que l'individu ne cherche pas à optimiser une fonction d'utilité. Le caractère incomplet de l'information rend les comportements d'optimisation inaccessibles, le décideur doit donc renoncer à l'optimum et se contenter de viser une solution satisfaisante. Pour March et Simon (1964), les agents économiques chercheraient plutôt à s'adapter à l'environnement et donc à établir ou rétablir un équilibre. Dans ce cadre, la théorie du comportement adaptatif (Petit, 1974) précise que les décisions des agriculteurs sont la conséquence de la double adaptation entre leurs projets (ensemble d'objectifs plus ou moins hiérarchisés, non dépourvus de contradictions internes et susceptibles d'évoluer) et la perception qu'ils ont de leur situation (ensemble de contraintes et atouts qui limitent, à un moment donné, les possibilités d'action productive des agriculteurs). Dans la perspective méthodologique du diagnostic, ces concepts valorisent un travail pluridisciplinaire où les différentes perceptions de l'agriculteur, du conseiller et du chercheur sont confrontées pour comprendre la logique décisionnelle de l'exploitant. Parallèlement, cette compréhension demande une observation de ce que fait l'agriculteur afin de dévoiler l'ensemble des relations complexes entre objectifs et situation.

Spécificité organisationnelle de l'exploitation agricole familiale

Tchayanov (1924) a jeté les bases théoriques du fonctionnement des exploitations familiales. D'autres auteurs ont précisé les caractéristiques qui distinguent l'organisation familiale de celle des entreprises capitalistes actuelles.

L'exploitation familiale remplit trois fonctions simultanément : production, consommation et accumulation du patrimoine (Chia, 1987 et1992), ce qui lui confère une logique familiale de production-reproduction qui consiste à préserver le patrimoine familial en élargissant à chaque génération les moyens de production qui permettront à la fois d'assurer un niveau de consommation acceptable pour la famille et de reproduire les moyens de production.

L'équilibre interne entre ces trois fonctions dépend de la situation familiale, caractérisée, d'une part, par la taille du groupe familial et la phase du cycle familial (expansion, maturité, régression), ce qui contribue à définir les besoins de consommation et la disponibilité de la main-d'œuvre, d'autre part, par la perspective de succession, qui permet d'identifier l'intention de pérenniser ou non l'exploitation.

La rémunération de facteurs ne se réalise pas séparément car il n'y a pas de dissociation entre capital et patrimoine. *"On comprend alors très bien que des exploitations agricoles familiales puissent être prospères, c'est-à-dire avoir un revenu agricole relativement élevé, donc survivre et même se développer, tout en ayant un profit mesuré par le résultat net de l'exploitation, négatif."* (Petit, 1974). Du point de vue méthodologique, ces notions fournissent des nouvelles bases pour expliquer le fonctionnement de l'exploitation familiale et la diversité des comportements techniques et économiques.

Fonctionnement du système

La compréhension du fonctionnement de l'exploitation implique :

- l'introduction dans l'analyse structurelle des éléments jusqu'à maintenant ignorés (famille, objectifs, trésorerie, environnement) ;
- l'analyse des flux qui mettent en interaction les éléments et sous-systèmes ;
- l'identification de la finalité que l'agriculteur assigne au système exploitation ;
- la prise en compte de l'évolution passée pour expliquer l'adaptation du système aux changements de l'environnement et comprendre la situation actuelle.

Dans une perspective méthodologique, le fonctionnement global est révélé par l'ensemble des pratiques mises en œuvre par l'agriculteur : utilisation de moyens de production, gestion des flux monétaires, commercialisation de produits, etc. Ces pratiques deviennent objets de recherche pour comprendre le fonctionnement et la diversité des exploitations.

Fonctionnement des exploitations et diversité

Le fonctionnement technicoéconomique de l'exploitation agricole

La première recherche a été menée par une équipe pluridisciplinaire intégrée, composée d'agronomes, de zootechniciens et d'économistes (Dorado *et al.,* 1991) qui ont étudié le fonctionnement d'une exploitation agricole dans le sud-ouest de la région pampéenne de l'Argentine.

L'objectif était double : d'une part, mettre au point une méthodologie de diagnostic rapide du fonctionnement de l'exploitation DS, d'autre part, faire une analyse des possibilités d'introduire de nouvelles technologies, compte tenu de leurs pratiques et de leurs besoins.

Le travail comporte deux parties : le diagnostic de l'exploitation DS et la modélisation de son fonctionnement technicoéconomique.

Diagnostic du fonctionnement de l'exploitation DS

Élaborer un diagnostic de l'exploitation agricole revient à identifier et apprécier les forces et faiblesses de celle-ci et à en rechercher les causes. Un diagnostic ne peut donc se réduire au jugement de performances. Ces indicateurs ne sont que l'expression du fonctionnement de l'exploitation agricole. Le fonctionnement dépend de l'agriculteur et de sa famille, avec ses finalités, ses objectifs et ses pratiques. Nous avons développé ce bilan des atouts et contraintes en trois visites d'exploitation :

- collecte d'informations globales (histoire de la famille et de l'exploitation ; conduite du parcellaire et des élevages) ;
- collecte d'informations du système (données générales du système de production ; conduite des cultures et systèmes de cultures ; conduite des élevages, des ressources fourragères et analyse des systèmes fourragers ; gestion du travail et du matériel ; rapports avec l'environnement socioéconomique ; gestion de la trésorerie) ;
- restitution et approfondissement (études fines de points sensibles ; restitution à l'agriculteur du diagnostic et des propositions pour améliorer l'exploitation).

Ce travail nous a permis d'élaborer une méthodologie de diagnostic du fonctionnement de l'exploitation, c'est-à-dire d'un bilan des forces et des faiblesses et un ensemble de propositions technologiques adaptées.

Fonctionnement technicoéconomique et simulation par programmation linéaire

Notre équipe de recherche a construit un modèle de simulation de l'exploitation en utilisant la programmation linéaire comme support méthodologique. Cet outil nous a permis de modéliser d'une manière plus ou moins précise l'exploitation DS.

Tableau I. Méthodologie de diagnostic du fonctionnement de l'exploitation

Synthèse des contraintes et atouts de l'exploitation DS	
Contraintes	**Atouts**
Qualité des terres	Projet familial clair
Petite taille économique	Phase de modernisation de la ferme
Pression financière de la famille sur l'exploitation	Capacité de négociation avec l'environnement (capital social)
Problèmes de financement	Gestion fourragère
Force de travail insuffisante	Niveau génétique de l'élevage
Matériel insuffisant	Technicité

Le modèle est un modèle monopériodique représenté par une matrice comportant en colonnes les activités possibles et en lignes les inéquations correspondant aux contraintes et facteurs de production. La simulation du fonctionnement de l'exploitation DS actuelle nous a permis de quantifier le poids des contraintes : quantité de terre (la contrainte de plus grand poids) ; force de travail disponible pour l'hiver ; l'équilibre financier pendant la période estivale.

Cette recherche montre que les interrelations entre les flux physiques et financiers du système famille-exploitation peuvent être saisis et évalués dans un modèle qui représente son fonctionnement réel. Par ailleurs, le modèle est un bon moyen de dialogue entre les chercheurs.

L'analyse de la diversité d'exploitations dans une petite région agricole

La deuxième recherche a été menée par une équipe d'agronomes et d'économistes, qui ont analysé la diversité de fonctionnement des exploitations agricoles dans une petite région de la province de Salta, au nord-ouest de l'Argentine. L'étude cherche à comprendre d'une manière globale les différentes stratégies productives afin de mieux orienter les actions de développement local.

L'analyse de la diversité d'exploitations se passe en cinq temps :

- première approche régionale (caractéristiques générales de la région) ;
- monographies d'exploitations (étude approfondie du fonctionnement de quelques exploitations et identification de critères de fonctionnement) ;
- enquête rapide sur échantillon d'exploitations, typologies de fonctionnement ;
- analyse des relations entre différents types de fonctionnement ;
- définition des stratégies de développement.

L'entrée "exploitation"

L'étude approfondie de quelques exploitations s'avère nécessaire lorsque l'information statistique relative aux caractéristiques des unités de production est limitée aux caractéristiques structurelles et peu fiable, cas très fréquent dans beaucoup de régions agricoles de l'Argentine et de l'Amérique latine. Nous avons mené une enquête exhaustive auprès de trois exploitations avec l'objectif d'en comprendre les pratiques et le fonctionnement global et de

dégager des critères qui peuvent par la suite être repérés par une enquête rapide sur un échantillon plus large.

L'information recueillie nous permet d'élaborer un modèle synthétique du fonctionnement (figure 1) et de préciser le système de pratiques mis en place par l'agriculteur : assolement et itinéraires techniques(1) ; utilisation du travail familial(2) ; niveau d'utilisation d'intrants(3) ; régulation des entrées de trésorerie(4) ; modalité de commercialisation(5) ; utilisation du crédit(6) ; location/cession de terres(7). Cet ensemble de pratiques met en évidence la logique d'articulation du système avec l'environnement microrégional (marché foncier, de travail, de capitaux, de produits, d'intrants, d'information) et des régulations internes (système de culture, trésorerie).

Etude de la diversité : la typologie

L'ensemble des pratiques et de leurs déterminants (éléments de situation et de projet) ont été relevés par une enquête rapide auprès d'un échantillon d'exploitations stratifié selon la surface agricole utile du dernier recensement agricole (1989). L'information (variables quantitatives et qualitatives) a été traitée statistiquement par une analyse factorielle de correspondance. Nous avons ainsi identifié quatre types de fonctionnement.

Synthèse des types de fonctionnement

Le type A regroupe des agriculteurs qui pratiquent une agriculture de subsistance. Installés sur de petites propriétés, ils ont des difficultés pour constituer l'appareil de production, rechercher l'autonomie et diminuer les risques ; le niveau d'accumulation est faible , le système orienté vers la production de légumes, les cultures d'autoconsommation et la vente de produits à des acheteurs divers ; l'utilisation d'intrants (engrais, produits phytosanitaires) est faible. Leurs possibilités de reproduction sont compromises du fait de la faible disponibilité des moyens de production.

Le type B regroupe de jeunes agriculteurs en phase d'installation. Ils ont repris l'exploitation du père ou sont installés sur une propriété achetée : ils ont un projet à long terme en agriculture, qui privilégie la formation de l'appareil de production mais coïncide avec une période économique défavorable, le niveau de capitalisation étant faible à moyen ; le cycle familial en est à sa phase d'expansion ; le système de culture est orienté vers la production de légumes, avec introduction progressive du tabac, et la vente par contrat à commissionnaire ; ils utilisent partiellement force de travail et crédit à long terme. Les conditions de reproduction sont fragiles, déterminées par le niveau de capitalisation et le degré de diversification.

Le type C regroupe des agriculteurs qui maintiennent leur système en l'état ou qui sont entrés dans un processus de décapitalisation, suite à l'absence de successeur ou à une succession trop incertaine : anciens ouvriers agricoles, qui ont profité d'une période économique favorable lors de l'installation et de la constitution de l'appareil de production, ils sont à un niveau de capitalisation moyen et recherchent une amélioration des conditions de travail et du niveau de consommation familiale ; leur cycle familial en est à la phase de maturité ou de

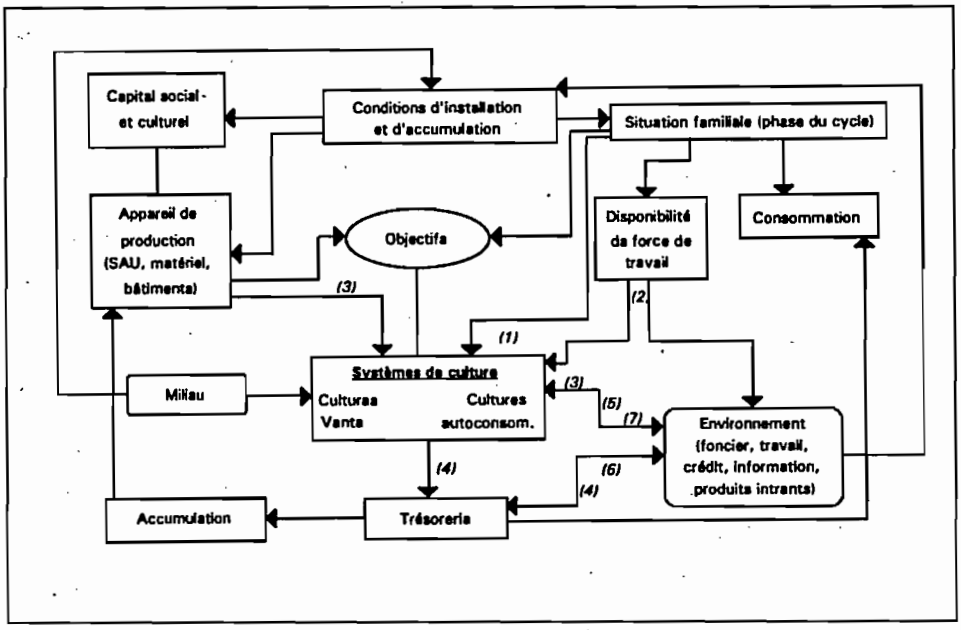


Figure 1. *Modèles de fonctionnement.*

Types	Types d'action	Objectifs
A	Promotion de l'organisation paysanne (valorisation de produits, commercialisation), encouragement du travail hors exploitation, renforcement de l'autoconsommation	Capacité de négociation Subsistance
B	Amélioration des itinéraires techniques Diversification du système de culture	Sécurité, formation, appareil de production
C	Extensification (introduction d'élevage)	Conditions de travail
D	Amélioration des itinéraires techniques Diversification(introduction d'élevage)	Transmission du patrimoine Sécurité

Figure 2 . *Diversité et stratégies de développement.*

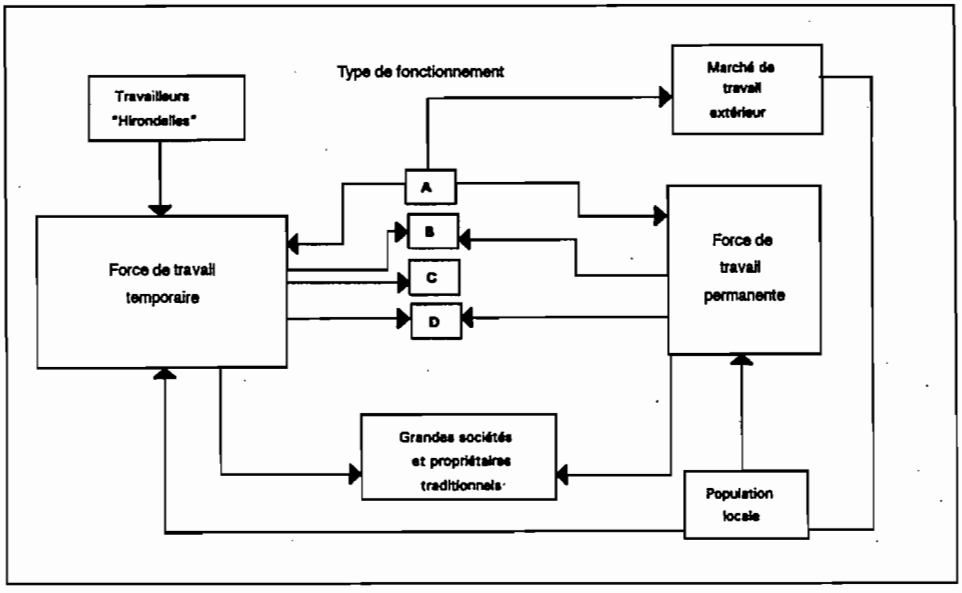


Figure 3. *Utilisation locale de la force de travail.*

régression ; ils cèdent leurs terres en fermage ou métayage et consacrent une petite surface à la production de légumes ; ils utilisent éventuellement le crédit.

Le type D regroupe des agriculteurs qui ont décidé de pérenniser leur système. Les conditions d'installation sont bonnes et la période économique favorable pour l'accumulation ; la phase familiale est la même que le type C mais il y a au moins un successeur ce qui explique la dynamique du projet familial. Le niveau de capitalisation est moyen, les agriculteurs sont fortement intégrés à l'environnement socioéconomique ; l'activité productive est en expansion : prise de terres en fermage, recours au travail salarié et utilisation du crédit sonrt possibles. La sécurité se recherche à travers la diversification (légumes, tabac, soja), les possibilités de reproduction à long terme sont fonction de la conservation des ressources productives.

Vers une définition différentielle des actions de développement

A partir du modèle typologique, nous cherchons à préciser d'une manière globale les stratégies de développement à suivre (figure 2).

La dynamique agricole locale : les relations entre types de fonctionnement

Les stratégies de développement doivent non seulement chercher une adéquation aux différentes logiques de fonctionnement, mais aussi tenir compte des conflits et des solidarités que l'intervention peut susciter. Dans ce sens, nous avons considéré les différentes relations qui s'établissent entre les exploitations agricoles de la région à travers les marchés locaux. L'exemple du marché du travail est illustré dans la figure 3.

Nous constatons l'existence d'une série de relations complexes entre les différents acteurs autour de l'utilisation locale du travail agricole : demande/offre de travail temporaire et permanente, flux migratoires, etc., qui pourraient être modifiées par des actions de développement. Ainsi, par exemple, l'amélioration du revenu familial dans des exploitations de subsistance, en développant le travail hors exploitation, devrait être articulé avec la situation des autres unités. Dès lors, il est possible de mettre en place des innovations qui utilisent la force de travail locale.

Intérêts et limites

L'analyse des intérêts et limites de ces deux travaux serait faite dans la perspective d'incorporer cette démarche dans les activités de recherche agronomique et de développement rural menées à l'INTA. L'intérêt principal d'une diffusion des méthodes d'étude du fonctionnement de l'exploitation et d'analyse de la diversité, c'est la contribution à Salta et à Coronel Suarez pour identifier les problèmes de développement, proposer des actions adaptées aux différentes logiques de fonctionnement, évaluer les impacts sur l'évolution des systèmes concernés et tenir compte des relations qui s'établissent entre les acteurs locaux. Bref, la capacité institutionnelle de diagnostic est améliorée par les résultats de ces recherches. Pourtant, elles ne seront que des efforts isolés si elles ne sont pas incorporées dans le mode d'intervention de l'INTA. Dans cette perspective, quelles sont les possibilités de diffusion de ces méthodes ?

La nécessité d'une démarche pertinente et opérationnelle

Les phases de diagnostic sont souvent associées à de longues études, qui retardent l'intervention en milieu rural. Il s'avère nécessaire d'avancer dans l'allégement de la démarche sans tomber dans des analyses superficielles ou des études descriptives. Dans ce sens, l'articulation à Salta d'enquêtes exhaustives sur un nombre réduit d'exploitations avec enquêtes rapides sur un échantillon plus large rend la démarche plus souple : réduction du nombre d'exploitations interviewées, diminution d'informations demandées aux agriculteurs avec des conséquences sur le temps d'enquête et de dépouillement des données.

L'articulation entre les recherches sectorielles et l'approche globale

Au long de notre travail, nous avons observé une résistance des collègues à reconnaître l'intérêt de la démarche systémique. Ces études sont perçues comme une remise en cause des méthodes et résultats de la recherche sectorielle et des actions de développement régional car elles mettent en évidence les problèmes d'adoption d'innovations et d'adéquation des propositions techniques. Ce conflit peut amener à un isolement de l'approche globale dans le traditionnel cloisonnement disciplinaire afin de maintenir le *statu quo* des programmes de recherche et des projets de développement actuels. Pour surmonter ces conflits, nous suivons actuellement une stratégie qui cherche à éliminer

les termes d'opposition entre les deux approches : nous cherchons, plutôt qu'à créer de nouvelles structures spécialisées dans la démarche systémique, à travailler dans les programmes actuels valorisant l'information technique disponible et les possibilités d'expérimentation agronomique chez les agriculteurs.

La formation d'équipes pluridisciplinaires

L'approche systémique demande l'interaction de chercheurs, agents de développement et agriculteurs. Quelles sont les difficultés que nous rencontrons dans ce sens ?

La participation des agriculteurs

L'approche systémique implique que l'agriculteur soit reconnu comme partenaire en tant qu'acteur du développement. Cependant, nous rencontrons certaines difficultés pour compter sur l'adhésion des agriculteurs : ils considèrent que les diagnostics ne font que confirmer ce qu'ils connaissaient par ailleurs, leurs contraintes, leurs atouts, leurs performances techniques, etc., en retardant la mise en œuvre des solutions parfois contraignantes. Ceci oblige à bien préciser les termes de la collaboration entre les différents acteurs : d'une part, le compromis d'offrir dans certains délais des propositions techniques adéquates qui contribuent à surmonter des blocages de fonctionnement, d'autre part, l'accès à l'information nécessaire pour comprendre le fonctionnement de l'exploitation agricole.

Le système d'évaluation des activités de recherche et développement

Le système d'évaluation des activités de recherche et développement est organisé autour d'une évaluation de l'efficience individuelle des chercheurs et des agents de développement sans prendre en compte les résultats scientifiques collectifs. Ceci décourage la formulation de projets de recherche pluridisciplinaire et dévalorise le statut de la démarche systémique.

La formation des acteurs

Parmi les principales difficultés pour la constitution d'équipes pluridisciplinaire, on retrouve les problèmes d'interaction au niveau des concepts et des méthodes entre disciplines. Cela est dû notamment à l'inadéquation des programmes de formation universitaire. Ceux-ci sont inspirés d'une vision simplificatrice des phénomènes, qui opère par disjonction (isolement des objets entre eux, de leur environnement et de leur observateur) et par réduction (unification de ce qui est divers et multiple). Bien que la formation scientifique fondée sur ces principes ait permis un progrès considérable des connaissances agronomiques, elle reste insuffisante pour apprendre la complexité des problèmes de développement. Depuis trois ans, nous participons à un processus de renouvellement des programmes de formation. Nous avons introduit dans les cours la théorie systémique, l'articulation entre sciences naturelles et sciences sociales (mise en œuvre de projets de recherche communs et de séminaires de réflexion scientifique) et entre enseignement théorique et pratique.

Nous avons également modifié les contenus du cours de gestion de l'exploitation agricole en introduisant la théorie de la décision, l'analyse des flux monétaires (trésorerie), la modélisation systémique du fonctionnement, les méthodes de diagnostic rapide et l'organisation du système famille-exploitation.

Conclusion

Le développement rural est un phénomène sociotechnique complexe, qui doit être analysé dans sa globalité et d'une façon interdisciplinaire.

En considérant les agriculteurs non plus comme des objets de recherche mais comme des partenaires et en prenant les pratiques techniques, économiques et sociales, comme objet de recherche, la méthode de diagnostic du fonctionnement des exploitations agricoles et des systèmes agraires, que nous avons utilisée, s'avère particulièrement adaptée pour programmer des actions de développement rural qui tiennent compte des besoins des agriculteurs.

Elle permet par ailleurs de rétablir le dialogue entre les différentes disciplines qui s'occupent de recherche agronomique et particulièrement avec les conseillers agricoles, qui sont alors considérés comme des chercheurs à part entière.

Les principales limites à la généralisation de la démarche se situent aux échelons institutionnel (les programmes de travail sont organisés par discipline et favorisent peu l'animation transversale) et culturel (le système de formation universitaire, favorisant les approches disciplinaires et sectorielles, forme des scientifiques peu armés à l'étude des phénomènes sociotechniques complexes).

Pour consolider notre méthodologie, nous devrions multiplier ce type d'expérience dans d'autres régions de l'Argentine en mettant en place des groupes de recherche-action constitués de chercheurs des différentes disciplines, de conseillers agricoles et d'agriculteurs.

Références bibliographiques

Bravo. G., 1991. *Analyse de la diversité des exploitations agricoles de la région de Salta (Argentine) pour orienter les actions de recherche et de vulgarisation.* Thèse d'économie, Université de Bourgogne, Dijon, France, 330 p.

Chia E., 1987. *Les pratiques de trésorerie des agriculteurs, la gestion en quête d'une théorie.* Thèse, Université de Bourgogne, Dijon, France, 250 p.

Chia E., 1992. Une "recherche-clinique" : propositions méthodologiques pour l'analyse des pratiques de trésorerie des agriculteurs (étude de cas en Lorraine), Études et recherches sur les systèmes agraires et le développement, 26, Paris, France, INRA, 39 p.

Dorado G., Carrizo J., Curto A., Kruger H., 1991. Funcionamiento tecnico-economicó de la explotación agropecuaria. Estudio monografico de la explotación D.S. EEA. INTA Bordenave. Informe técnico, 54, 25 p.

March, Simon H., 1964. *Organisations, problèmes psychosociologiques.* Dunod, Paris, France, 240 p.

Petit M., 1974. Plaidoyer pour un renouvellement de la théorie économique de la décision. Economie rurale, 40, 79-91.

Simon H., 1983. Administration et processus de décision, économie, PARIS. France. 235 p.

Tchayanov A., 1924. *L'organisation de l'économie paysanne.* Traduction d'Alexis Berelovitch, 1990, Librairie du Regard, Paris, France, 343 p.

Formalisation des relations entre stratégie et pilotage dans les systèmes fourragers

Propositions pour la conception d'instruments d'aide à la décision

Girard Nathalie[1 ou 2] ; Havet Alain[3] ; Chatelin Marie-Hélène[3] ; Gibon Annick[4] ; Hubert Bernard[1] ; Rellier Jean-Pierre[5]

[1] INRA-SAD, Domaine de Saint-Paul, 84140 Montfavet, France

[2] Institut de l'élevage, Parc scientifique Agropolis II, 34980 Montferrier sur Lez, France

[3] INRA-SAD, 78850 Thiverval-Grignon, France

[4] INRA-SAD, BP 27, 32326 Auzeville, France

[5] INRA, Laboratoire d'intelligence artificielle, BP 27, 32326 Auzeville, France

Résumé

L'objectif de ce texte est de présenter différentes recherches visant à expliciter et modéliser les relations entre pilotage et stratégie dans les systèmes fourragers. Elles s'inscrivent dans des perspectives d'aide à la décision mettant l'accent sur l'amplification du raisonnement du décideur. Ces démarches reposent sur l'analyse des pratiques des agriculteurs, auxquelles nous donnons un sens au travers d'un cadre général appelé modèle d'action. Trois démarche seront présentées ici : formalisation du modèle d'action chez un éleveur bovin allaitant dans l'ouest de la France pendant la période de printemps, démarche informatisée de formalisation a posteriori de modèles d'action à partir de calendriers de pâturage issus de suivis d'éleveurs ovins dans les Alpes du Sud, élaboration d'un simulateur de gestion de la sole fauchée, fondé sur l'implémentation d'un modèle cadre issu de suivis dans les Pyrénées. Ces travaux reposent sur la conception d'outils d'aide à la décision utilisant les concepts et techniques de l'intelligence artificielle. Ils modélisent conjointement les aspects cognitifs liés au modèle d'action et les éléments biotechniques.

Mots clés

Aide à la décision, pilotage, stratégie, système fourrager, intelligence artificielle.

Abstract

Modeling Management and Strategy relations in Forage Systems

The paper presents different approaches for clarifying and modeling relations between management and strategies in forage systems. The aim is to support farmers' decision making processes. Analysis of farmers' practices is based on an action model of farmer behavior. The first example of a beef cattle farm in western France illustrates how the action model can be used for understanding farmers' decision making practices. The second example of sheep farms in the southern Alpine area in France presents a computer—based tool for constructing action models from forage calendars. The third example from the French Pyrenees is a simulation of hay field management. The studies are based on the design of decision support systems, using artificial intelligence techniques. They combine cognitive aspects linked to the action model and biotechnical factors.

Introduction

Pour aider les agriculteurs à construire de nouvelles stratégies de gestion de leur système fourrager, on fait le choix de prendre explicitement en compte les contraintes de l'action telles qu'ils les perçoivent. Ces travaux s'inscrivent donc dans une perspective d'aide à la décision mettant l'accent sur l'amplification du raisonnement du décideur, en créant les conditions pour qu'il puisse raisonner sur son propre cas.

En s'inspirant des travaux relatifs à la gestion de l'entreprise (Besson et Bouquin, 1991), on définit la stratégie comme l'ensemble des décisions qui visent à déterminer :

- les projets et métiers de l'entreprise. Les projets recouvrent les besoins que l'entreprise cherche à satisfaire, les métiers, l'ensemble des savoir-faire mis en œuvre à cette fin ;
- les domaines d'activité où elle s'engage ;
- les conditions pour réaliser ces projets et s'adapter aux variations de l'environnement.

Pour aborder la question de la cohérence entre stratégie et gestion courante (tactique et opérationnelle), il convient de préciser les relations entretenues entre stratégie et action.

En accord avec la définition du contrôle de gestion stratégique de Lorino (1991), on entend par pilotage la traduction d'une stratégie en termes de sous-objectifs, de règles de décision et d'indicateurs de contrôle mobilisables dans le cadre de l'action et par diagnostic l'analyse de la situation après action et la remise en cause éventuelle des règles de pilotage, de la stratégie, voire des projets.

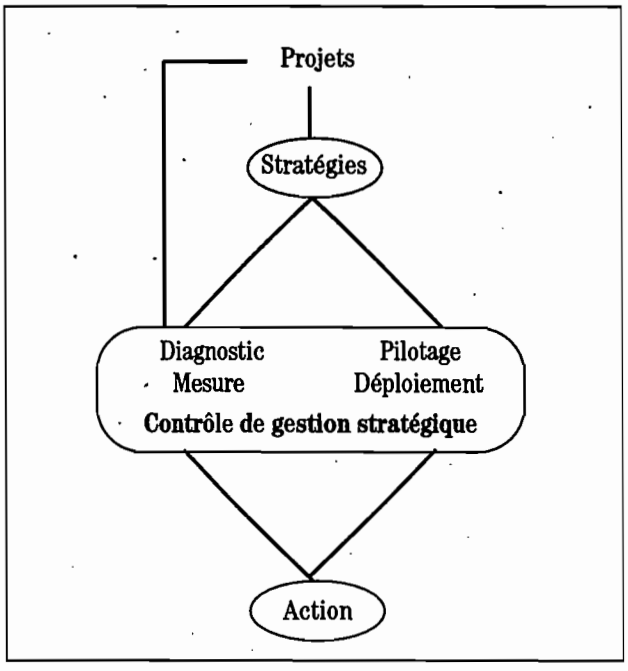


Figure 1. *Relations entre stratégie et action.*

Dans l'exploitation agricole, l'analyse des pratiques montre que les actions prennent sens au travers d'un cadre général ou modèle d'action (Duru *et al.*, 1988a). Celui-ci s'organise autour d'objectifs généraux, d'un programme prévisionnel, d'états-objectifs intermédiaires et de règles d'adaptation de ce programme. L'ensemble des règles constitutives d'un modèle d'action s'inscrit dans divers horizons de temps (la campagne fourragère, la carrière d'un animal, la reproduction du troupeau...) en accord avec la nature des sous-objectifs visés (réussir la lutte, minimiser la surface pâturée au profit de la fauche, assurer l'allaitement...). Dans la suite de ce texte, modèle d'action et pilotage renverront à l'idée de déploiement d'une stratégie pour l'action.

Concernant le système fourrager, le pilotage se définit par l'activité qu'exerce l'agriculteur pour coordonner dans le temps et l'espace de nombreuses fonctions (gestion d'un territoire, reproduction d'un troupeau, alimentation d'herbivores...), compte tenu de l'incertitude liée à la variabilité climatique. Cette correspondance dans le temps résulte de choix de calendriers de conduite des animaux (reproduction, ventes...) et d'utilisation de la ressource fourragère en relation avec les objectifs de production (Duru *et al.*, 1988b).

Le pilotage concrétise donc des savoir-faire, c'est-à-dire des connaissances (théoriques et pratiques) et des modalités de mise en œuvre de ces connaissances (opérations techniques et coordination entre ces opérations). Ces savoir-faire résultent pour une grande part de l'expérience accumulée grâce à l'action (Nitsch, 1991 ; Cerf, 1992). S'intéresser au pilotage suppose donc de prendre en compte la représentation qu'a l'agriculteur de la gestion de son territoire, de la dynamique de son troupeau et des écarts instantanés entre ressources et demandes. Cela implique également de prendre en considération l'évolution des priorités entre ces trois éléments.

Qu'il s'agisse de l'aide au pilotage ou de l'aide à la conception de nouvelles stratégies, il n'est pas question de reproduire l'ensemble du processus de décision des agriculteurs, mais d'élaborer une représentation de leur gestion qui rende compte de ce qui leur paraît important dans la conduite de leur élevage. Cette approche vise à se doter d'une représentation qui puisse fonder une convergence et enrichir les savoirs respectifs du pilote et de l'observateur extérieur. Pour nous, l'aide à la décision vise donc tout autant à enrichir la démarche suivie par le décideur qu'à rechercher des solutions : aider à rendre intelligibles stratégie et pilotage, mais aussi mobiliser des connaissances expertes de conseiller sur la base d'une construction commune.

Développés dans trois régions différentes, les travaux présentés s'attachent chacun à un aspect particulier du système fourrager. Ils ont cependant en commun de se fonder sur l'approche de la stratégie et du pilotage en terme de modèle d'action de l'agriculteur et d'aborder la question de la gestion conjointe de l'espace et du temps. Dans une première partie, on illustre la démarche de formalisation du modèle d'action chez un éleveur pendant la période de printemps. Puis on propose une démarche informatisée de formalisation a posteriori d'un modèle d'action à partir de calendriers de pâturage. Enfin, on présente un simulateur de la gestion de la sole fauchée, fondé sur l'implémentation d'un modèle cadre autorisant son application à diverses situations concrètes.

Un exemple concret de modèle d'action

L'objet de la réflexion entreprise dans les Marais de l'Ouest est d'aider les agriculteurs à améliorer le pilotage de leur système fourrager en partant de leur expérience actuelle et de leur perception du risque lié à la variabilité climatique. En effet, la gestion du système pose le problème des manières de combiner gestion des surfaces et des animaux, ces ajustements reposant sur des anticipations à détecter et comprendre.

Chez l'agriculteur pris en exemple (monsieur M...), on a étudié la période de printemps, où convergent les nécessités de pâturer une herbe de qualité et de préparer un stock pour le reste de l'année. Pluie hivernale et sécheresse estivale encadrent une période de valorisation de l'herbe d'environ 100 jours, aux dates variables selon les années. Monsieur M... élève des bovins allaitants avec deux périodes de vêlage (automne et printemps). L'alimentation au printemps est assurée par un pâturage tournant sur prairie naturelle, qui prend fin avec le sevrage des veaux nés en automne.

La formalisation du modèle d'action de monsieur M... repose sur trois sources d'information : les interviews sur son projet de campagne et son évolution ; les confrontations entre prévision et réalisation ; un suivi technique des parcelles et des animaux. De ce travail, qui s'est déroulé sur quatre ans, est ressorti un cadre de représentation fondé sur une hiérarchisation en un niveau de gestion globale et un niveau de gestion courante, assortis de règles de décision spécifiques.

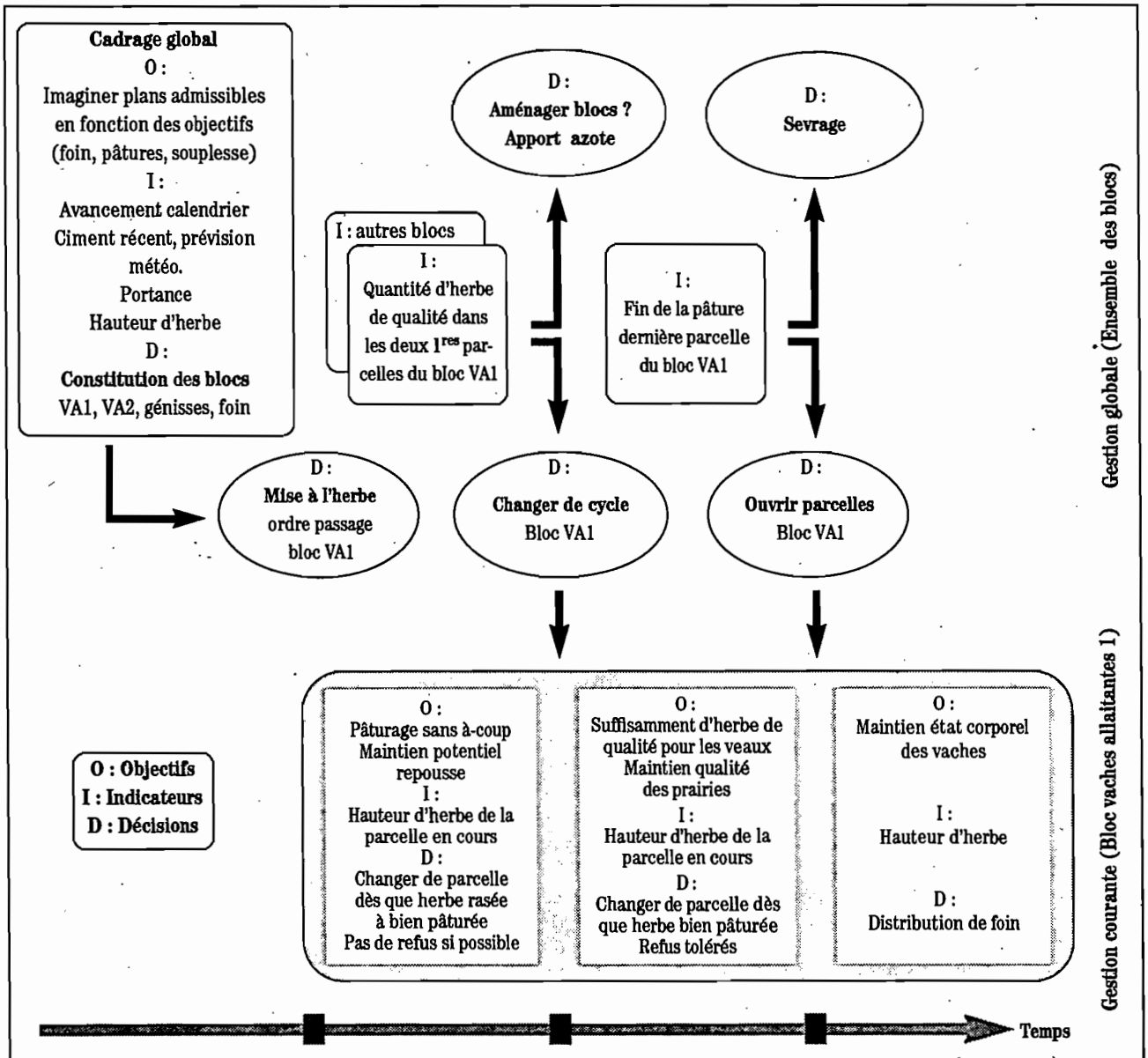
En gestion globale, le raisonnement n'intervient pas en continu. Un plan initial détermine pour une grande part les éventuels réajustement en cours de campagne et changements de périodes à des moments clés ou lors de difficultés (rupture d'alimentation ou surface à faucher insuffisante). C'est à ce niveau de gestion que sont mises en place la répar-

tition des animaux en lots de conduite homogène, la structuration du territoire en blocs de parcelles à même finalité (lots ou fauche) et les règles de rationnement. On admet ainsi qu'à une période est attachée une stabilité des blocs, des lots, des rations et des règles pour gérer cet ensemble.

En gestion courante, des raisonnements autonomes assurent la cohérence des décisions quotidiennes. C'est à ce niveau que sont décidés les changements de parcelles au sein d'un bloc.

Chez monsieur M..., l'explicitation de règles de décision résulte d'entretiens et de suivis : on identifie les indicateurs utilisés pour caractériser les états du système et les modalités de leur mobilisation. Pour interpréter le discours de l'agriculteur, on tente de rapprocher les indicateurs du pilote de ceux utilisés par les observateurs extérieurs (figure 2 ; Chatelin *et al.*, 1992). Cette confrontation, qui suppose des observations et relevés de terrain, a permis de mettre en évidence une régularité interannuelle dans le raisonnement de l'éleveur. Par exemple, ceci se concrétise par la constance des indicateurs (nature et seuil) qui déclenchent le changement de parcelles au sein d'un bloc et d'une période. Ainsi, on a constaté qu'il existe un seuil de tolérance en ce qui concerne les refus pendant une période donnée et que ce seuil renvoie à un double objectif : la satisfaction instantanée des besoins et une anticipation sur la gestion ultérieure de la ressource.

Cette démarche d'explicitation a amené l'agriculteur, d'une part, à discuter de sa stratégie (cohérence entre pro-



Un cadrage global de la campagne est effectué avant la mise à l'herbe. Un plan est défini pour satisfaire différentes priorités dont l'importance relative varie en fonction des périodes. Il peut donc être remanié, et cela a été constaté par entretien, alors que rien de concret n'est observable, si le climat retarde la mise à l'herbe. Chaque changement de cycle de pâturage correspond à un objectif différent sur l'herbe pour satisfaire l'objectif de croissance des veaux : au premier cycle, où l'herbe est de bonne qualité, l'éleveur choisit de maîtriser les refus pour permettre une repousse de qualité satisfaisante (anticipation). Il ne revient sur une parcelle qu'après s'être assuré que le deuxième cycle peut offrir aux veaux l'herbe nécessaire, en quantité et qualité suffisantes. Le niveau de gestion courante est illustré par les changements de parcelles à l'intérieur de chaque période pour le lot des vaches en vêlage d'automne et le bloc associé.

Figure 2. *Illustration de raisonnements en gestion globale et courante.*

jets, stratégie et pilotage), d'autre part, à imaginer des moyens d'améliorer cette cohérence, voire d'imaginer de nouvelles stratégies ou de nouveaux modes de pilotage.

Une démarche informatisée de formalisation d'un modèle d'action

Dans une perspective d'appui technique, il ne peut être question d'envisager le développement d'approches aussi détaillées. Le travail de modélisation doit permettre de développer des outils opérationnels capables de faire émerger les stratégies à partir de l'observation des pratiques afin d'aider le conseiller dans son analyse de la situation. Nous nous attacherons donc à montrer, dans cette seconde illustration, comment est repérée la cohérence sous-jacente à un ensemble de pratiques et comment cette cohérence est ensuite utilisée pour identifier des phases ayant une finalité d'ordre stratégique dans le déroulement de la campagne. Cette modélisation fait appel aux techniques de l'intelligence artificielle et repose sur la conception d'une base de connaissances. La figure 3 illustre les résultats obtenus par la base de connaissances sur un cas concret

Cette recherche s'appuie sur un suivi réalisé pendant trois années consécutives dans un réseau de sept élevages ovin viande situés dans les Alpes de Haute-Provence. Ces données sont représentées (figure 3, cadre A) sous la forme d'un calendrier de pâturage, qui comprend aussi bien des informations concernant directement le pâturage que des éléments sur la conduite de la reproduction ou l'équipement du territoire. Afin de sortir de cette description factuelle, on construit un réseau qui mette en relation deux à deux les différentes pratiques décrites et qui représente ainsi une combinaison cohérente de pratiques révélatrice des moyens mis en œuvre par l'éleveur pour atteindre ses objectifs. Nous distinguons des relations d'induction (la mise bas induit un allotement, qui permet de mieux soigner les brebis allaitantes), de terminaison (le sevrage des agneaux peut mettre fin à la complémentation de leurs mères), d'influence réciproque (l'association allotement et complémentation d'un des lots créés favorise l'alimentation d'une partie du troupeau) et d'anticipation (réserver une portion de territoire pour anticiper une période délicate).

Nous illustrons ici l'analyse réalisée sur la conduite de la reproduction, élément clé dans les élevages allaitants (Lasseur et Landais, 1992). L'organisation des périodes de reproduction scande la campagne annuelle de moments clés pour la réalisation des objectifs de production. Les moyens mis en œuvre par l'éleveur, au travers du réseau précédemment construit, nous permettent d'identifier des périodes répondant à une finalité identifiable, appelées phases finalisées (Hubert *et al.*, 1993). Il peut s'agir d'anticiper (pratiques ayant une relation d'anticipation avec la période à réussir) et/ou de gérer ces moments clés (pratiques ayant un lien d'induction ou d'influence réciproque).

Parallèlement à la conduite du troupeau, l'analyse des modes d'exploitation des surfaces de l'exploitation, c'est-à-dire des séquences d'utilisation d'un milieu donné pour obtenir des ressources fourragères, permet de proposer un découpage en périodes homogènes en ce qui concerne l'offre fourragère, périodes appelées saisons (Bellon et Guérin, 1992). Ce saisonnement permet de repérer les manières qu'ont les éleveurs de gérer les transitions entre saisons, lorsque l'enchaînement entre saisons est incertain (cas de la reprise incertaine de la pousse en automne, qui prolonge l'été en région méditerranéenne). Enfin, la disjonction ou la conjonction des périodes de forte charge de travail sur le troupeau et sur le reste de l'exploitation, la structuration du territoire et les changements de lieu de contention des animaux sont autant d'éléments à prendre en compte pour rendre intelligible la logique de fonctionnement de l'exploitation étudiée. Une lecture transversale de ces différents aspects devrait induire une représentation de la stratégie et sa caractérisation par grands types correspondant à des façons de produire différentes. Ainsi, certains éleveurs semblent concevoir leur système pour s'adapter aux aléas quels que soient les événements de l'année. D'autres au contraire acceptent de prendre un certain risque en situant les moments clés pour la réalisation de leurs objectifs à des périodes d'incertitude, mais en se donnant les moyens d'anticiper ces aléas. Confronter les moments clés pour la réalisation des objectifs de production animale et des périodes d'offre nous permet en effet de cerner, d'une part, les fondements de la construction stratégique, d'autre part, les moyens que l'éleveur se donne pour gérer ces éventuels moments délicats. Rendre intelligible ces éléments dans une représentation formalisée à l'aide de cette instrumentation, qui pourra servir de support de discussion entre agriculteur et technicien, permettra l'émergence d'un diagnostic partagé par les deux parties.

L'utilisation conjointe du concept de modèle d'action et d'une modélisation des processus agronomiques dans un simulateur de gestion de la sole fauchée

La stratégie concerne ici la gestion de l'ensemble des prairies de fauche d'une exploitation. Dans un premier temps, un suivi d'exploitations a permis d'observer les stratégies des agriculteurs. Afin de mieux utiliser ces résultats pour l'aide à la gestion, on a cherché à compléter les connaissances par des études sur la dynamique de production des prairies (Duru, 1987). Mais il restait difficile d'imaginer les résultats de stratégies alternatives, à cause de la complexité des interactions en jeu (Gibon et Duru, 1987). Nous avons alors entrepris de construire un outil de simulation de leur mise en œuvre sur une série climatique, en élaborant un modèle informatisable intégré du système biotechnique et du système de décision. En effet, les règles de pilotage du système, éléments de la stratégie de l'agriculteur, sont un des moyens qu'il se donne pour atteindre ses objectifs de stock (Gibon *et al.*, 1989).

Le modèle du pilotage

Nous avons complété la représentation du pilotage en termes de modèle d'action par une représentation fondée sur les articulations entre niveaux d'organisation du proces-

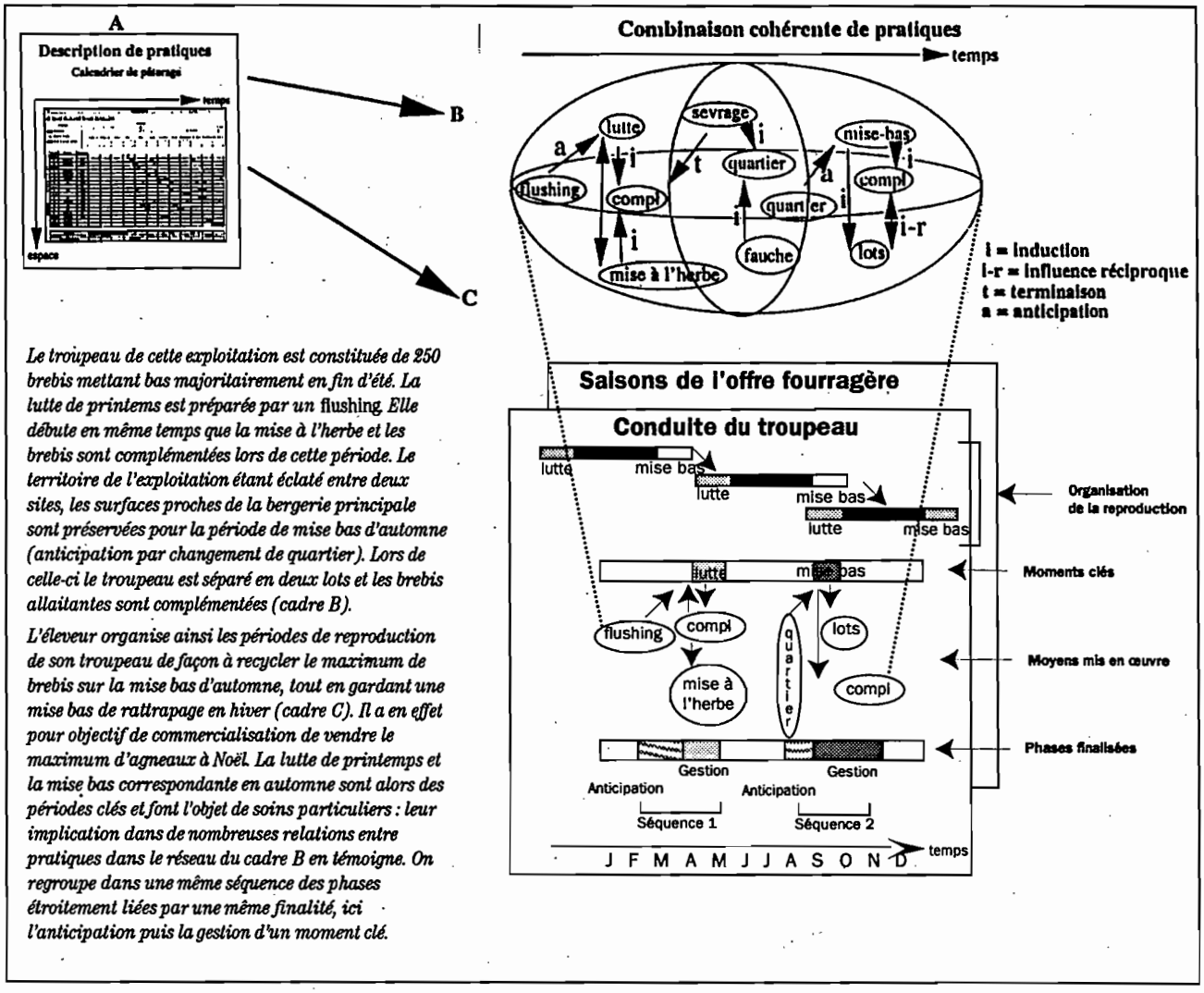


Figure 3. *De la description de pratiques aux périodes ayant une finalité stratégique.*

sus de gestion. La théorie de la hiérarchie (Allen et Starr, 1982) a inspiré cette structuration :

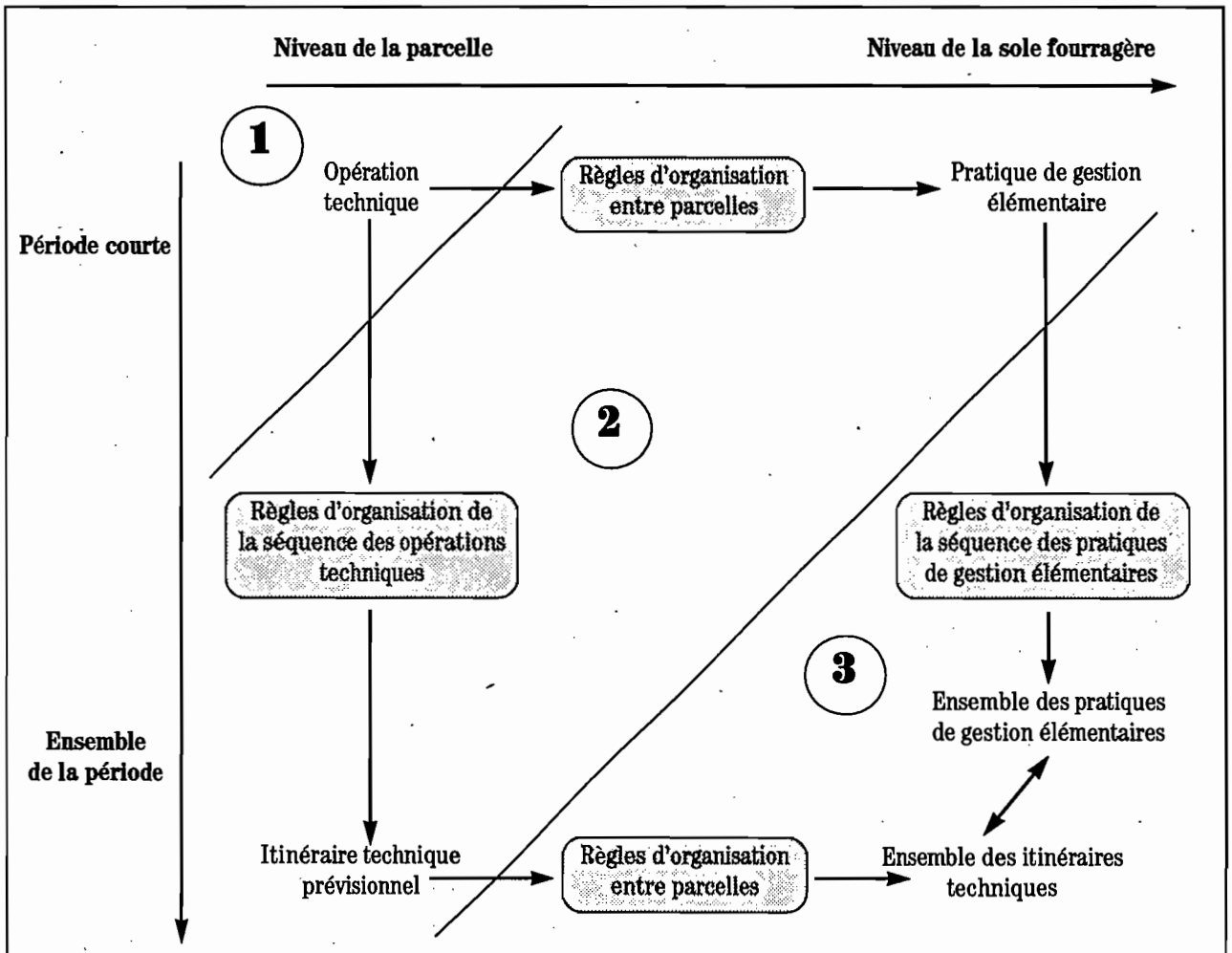
- le niveau d'organisation s'identifie par les différences de fréquence de prise de décision (plus il est élevé, plus leur fréquence est faible) ;
- les critères d'observation des phénomènes changent à travers les niveaux d'organisation ;
- la complexité du système de pilotage résulte de l'interaction des niveaux d'organisation.

Sur cette base, on a élaboré un modèle de la prise de décision de l'agriculteur en analysant ses objectifs et ses règles de décision en référence à trois niveaux d'organisation dans l'espace et dans le temps (figure 4). Cela permet de mieux identifier et modéliser les interactions entre les différents horizons spatio-temporels que l'éleveur considère dans sa gestion. Au plus haut niveau de décision, le simulateur utilise une procédure qui synthétise les requêtes, contraintes et préférences établies dans les itinéraires techniques et les pratiques de gestion.

Le processus de pilotage dans le temps

La simulation repose sur la gestion, tout au long de la saison, d'un agenda d'opérations à réaliser sur les prairies et sur la réaction des différents éléments du système à des événements externes (événements climatiques, indisponibilité de la main-d'œuvre, etc.) ou internes (en général, l'atteinte d'un état particulier d'une prairie). Pour modéliser ces réactions, nous posons le concept de repère réactif, qui traduit les notions d'états objectifs intermédiaires et de règles d'ajustement auxquelles se réfère le modèle d'action. Un repère réactif est un couple constitué, d'une part, d'un changement prévisible de l'état du système biotechnique, d'un événement prévisible dans l'environnement du système ou simplement d'une date particulière et, d'autre part, d'une modification conséquente prédéfinie du système de pilotage.

Chaque itinéraire technique prévisionnel est assorti d'une séquence de repères réactifs, qui contient les règles de modification de l'enchaînement des opérations sur la parcelle, dans des situations prévisibles (en général : "Si la saison est mauvaise, je ne ferai pas deux coupes sur cette parcelle."). De même, chaque pratique de gestion élémentaire est assortie de repères réactifs, qui contiennent notamment les règles de modification des conditions de déclenchement ou des critères de priorité pour le type d'opérations concerné (en général : "Si je n'ai pas récolté la moitié de la sole à la Saint-Jean, j'augmenterai la superficie fauchée par opération."). Au niveau supérieur du schéma décisionnel, l'agriculteur se donne des repères réactifs pour ajuster le corps



Niveau 1 : L'opération technique s'inscrit dans l'espace (une parcelle) et dans le temps (une date donnée). Ce concept permet de connecter décision et mécanismes biotechniques. Une opération de récolte, par exemple, est caractérisée par les ressources qu'elle mobilise, les changements qu'elle entraîne et ses conditions de mise en œuvre.

Niveau 2 : L'ensemble des règles attachées au même type d'opération sur toutes les parcelles concernées constitue une pratique de gestion élémentaire : ces règles organisent dans l'espace les priorités entre les actions de même nature et qui mobilisent la même ressource pendant la même période (en général, pratique de gestion de l'ensilage de première coupe). Dans le même temps, l'agriculteur prévoit pour chaque parcelle, même imprécisément quant aux dates et modalités, la séquence des opérations qui lui paraît logique et possible. Il s'agit de l'itinéraire technique prévisionnel.

Niveau 3 : Au niveau de la sole, un corps d'itinéraires techniques prévisionnels est établi pour atteindre l'objectif global de stock : des fonctions sont ainsi assignées à chaque parcelle en fonction de ses caractéristiques (en général, parcelles où on fera trois coupes, parcelles où on n'en fera qu'une) ; au niveau de la campagne, le corps des pratiques de gestion élémentaires est assorti de règles d'arbitrage entre elles, quant à leur recouvrement, leur enchaînement etc. A ce niveau se joue l'articulation entre les dimensions spatiales et temporelles des décisions, qui permet d'assurer la cohérence

Figure 4. *Organisation spatiotemporelle des décisions de gestion de la sole fauchée.*

d'itinéraires techniques et celui des pratiques de gestion à l'état global du système (en général, intégration de parcelles tampons si le stock est plus faible que prévu à une date donnée).

Simulation des indicateurs de pilotage utilisés par l'éleveur

Les indicateurs qu'utilise l'éleveur correspondent rarement aux paramètres des modèles des processus biotechniques. Il y a trois sortes d'indicateurs, parmi ceux effectivement utilisés par l'éleveur : ceux dont l'évolution est modélisable avec les connaissances disponibles (le système d'information simulé est alors homologue au réel) ; ceux qui ne sont pas modélisables et ne possèdent pas de paramètre agronomique équivalent calculable (dans ce cas, le système d'information ne peut pas être complètement modélisé) ; ceux qui ne sont pas modélisables, mais possèdent un équivalent calculable. Dans ce dernier cas, la façon dont un éleveur utilise un indicateur pour décider doit être traduite en règle de décision se référant à des paramètres d'un modèle agronomique (par exemple, les expressions herbe trop mûre, pas assez mûre, doivent être traduites en plages particulières de valeurs de paramètres de la dynamique de la biomasse et de la qualité nutritive du fourrage).

Le simulateur (ANSYL) est actuellement au stade d'une maquette (développée avec KAPPA-PC) contenant tous les concepts liés au système biotechnique (parcelles, prairies, mécanismes, etc.) et au système de décision, dans une base de connaissances orientée objets. Le système d'information est simulé par des événements internes (tour des champs,

par exemple) qui modifient la connaissance qu'a l'éleveur de l'état de ses prairies. L'utilité de l'outil comme support de la discussion entre éleveur et conseiller va être testée dans des situations réelles. Quoi qu'il en soit de ce test, il nous semble que ce type de démarche permet à l'agronome de concevoir de nouveaux modèles de la gestion du système fourrager, orientés vers l'aide à la décision stratégique.

Conclusion

Les démarches et outils présentés ici reposent sur une concrétisation de modèles théoriques et montrent ainsi la pertinence du cadre de représentation que constitue le modèle d'action pour les aspects concernant le système fourrager. Il permet en effet de comprendre sur le terrain le fonctionnement d'une exploitation à une période clé de la campagne ; il peut également être utilisé informatiquement afin de faire émerger la cohérence d'un ensemble de pratiques ; enfin, il peut servir de base à une simulation sur un nœud de fonctionnement de l'exploitation. Dans une finalité d'aide à la décision, expliciter, représenter et éventuellement simuler ainsi le fonctionnement et la gestion d'exploitations agricoles constitue une étape d'importance pour améliorer le diagnostic, rendre le conseil plus efficace et proposer des éléments d'amélioration pertinents.

Dans les illustrations présentées, la conception d'outils d'aide à la décision et l'instrumentation informatique qui lui est liée font appel aux concepts et techniques de l'intelligence artificielle. Ceux-ci permettent notamment de modéliser conjointement des aspects cognitifs, liés dans notre cas au modèle d'action, et des éléments biotechniques. La formalisation des connaissances disponibles sur le domaine, puis l'informatisation et la simulation, permettent alors en retour d'identifier les connaissances et modèles biotechniques nécessaires pour améliorer la modélisation du fonctionnement de ces systèmes (Duru *et al.*, 1994).

La démarche retenue consiste à décrire et analyser les pratiques des acteurs en situation afin d'en comprendre la cohérence. Elle s'inscrit dans la recherche d'outils d'aide à la décision qui, plutôt que proposer une solution, visent d'abord à créer les conditions d'un raisonnement interactif de formulation de problèmes entre agriculteur et conseiller.

Références bibliographiques

Allen T.F.H., Starr T.B., 1982. *Hierarchy : Perspectives for Ecological Complexity.* The University of Chicago Press, Chicago. 310p.

Bellon S., Guérin G., 1992. Modes d'exploitation intégrant du pâturage. Fourrages, numéro hors série : "L'extensification en production fourragère" : 116-117.

Besson P., Bouquin H., 1991. Identité et légitimité de la fonction contrôle de gestion. Revue française de gestion, janv.-fév., 60-71.

Cerf M., 1992. Représenter les savoirs et savoir-faire des agriculteurs : intérêt pour l'élaboration d'aides à la décision pour la conduite des cultures. *In : Actes du IV^e Congrès international d'informatique agricole, Paris-Versailles, 1-3 juin 1992.* 79-83.

Chatelin M.H., Dauvisis I.M., Havet A., 1992. Formalisation des règles de décision dans un programme cohérent de gestion du pâturage, dans une perspective de simulation du fonctionnement du système fourrager. *In : Actes du symposium Systèmes d'élevage. Saragosse (Espagne), 11-12 sept. 1992.*

Duru M., 1987. Climat et croissance de l'herbe pour la récolte en fourrage sec dans les Pyrénées centrales. Agrométéorologie des régions de moyenne montagne. Colloque INRA, 39 : 317-333

Duru M., Papy F., Soler L.G., 1988a. Le concept de modèle général et l'analyse du fonctionnement de l'exploitation agricole. C.R. Acad. Agr. Fr., 74, 4 : 81-93.

Duru M., Gibon A., Osty P.L., 1988b. Pour une approche renouvelée du système fourrager. *In : Pour une agriculture diversifiée. Arguments, questions, recherches.* Jollivet M. éd., L'Harmattan, Paris, 35-48.

Gibon A., Duru M., 1987. Fonctionnement des systèmes d'élevage pyrénéens et sensibilité au climat. Agrométéorologie des régions de moyenne montagne. Colloque INRA, 39 : 304-316.

Gibon, A., Lardon, S., Rellier J.P., 1989. The heterogeneity of grassland fields as a limiting factor in the organization of forage systems. Development of a simulation tool of harvests management in the Central Pyrénées. Etudes et Recherches du SAD, 16 : 105-117

Hubert B., Girard N., Lasseur J., Bellon S., 1993. Les systèmes d'élevage ovin préalpins : derrière les pratiques des conceptions modélisables. *In : Pratiques d'élevage extensif : identifier, modéliser, évaluer.* Landais E., Balent G. éds, INRA-AGROTECH : 351-385.

Lasseur J., Landais E., 1992. Mieux valoriser l'information contenue dans les carnets d'agnelage pour évaluer des performances et des carrières de reproduction en élevage ovin-viande. INRA Productions Animales, 5 (1) : 43-58.

Lorino P., 1991. *Le contrôle de gestion stratégique. La gestion par les activités.* Paris, Dunod, 213 p.

Approche spatiale et fonctionnelle des relations entre activités agricoles et territoires

Construction d'une méthode de diagnostic

Duvernoy Isabelle[1] ; Lardon Sylvie[1] ; Albaladejo Christophe[1] ; Benoît Marc[2] ; Langlet Alain[1] ; Muhar Marie-Claude[2] ; Triboulet Pierre[1]

[1]INRA-SAD Toulouse, BP27, 31326 Castanet-Tolosan, France

[2] INRA-SAD Mirecourt, Domaine du Joly, BP35, 88501 Mirecourt, France

Résumé

Les relations entre activités agricoles et territoires sont au cœur des problèmes de développement : les processus de gestion de l'espace et des ressources s'inscrivent aux niveaux concrets où les agriculteurs agissent et s'organisent et où les organismes de développement et d'aménagement interviennent. L'identification de ces niveaux, la mise au point et l'utilisation d'indicateurs spatiaux pour rendre compte d'un fonctionnement, puis la généralisation des résultats et la mise en relation des différents niveaux d'organisation constituent les principaux points de la démarche présentée ici. Cette démarche est illustrée par l'étude de deux processus : la protection des ressources en eau potable dans un bassin d'alimentation en Lorraine et la pérennisation des exploitations agricoles dans un front pionnier en Argentine. La mise en correspondance des structures spatiales avec les fonctionnements des systèmes agricoles permet de construire une méthode de suivi et de diagnostic des relations entre activités agricoles et territoires.

Mots clés

Structure spatiale, indicateurs spatiaux, niveaux d'organisation, exploitation agricole, assolement, qualité de l'eau, front pionnier

Abstract

Spatial and Functional Approach in the Relationship between Agricultural Activities and Territories: Development of a Diagnostic Method

The relationship between agricultural activities and territories is of strategic importance to development. Both farmers and land use planning agencies are involved, at various levels, in land use and resource management. The main features of the approach presented in the paper are: identification of the levels, development and use of spatial indicators that describe a system, generalization of the results, and linking of the different levels. The approach is illustrated by studies of two processes, one concerning drinking water quality in a watershed in the Lorraine region, France, and the other involving farm sustainabilty in a pioneer area in Argentina. Spatial organization is linked to farming systems to develop a method for monitoring and analyzing agricultural activities and territories.

Introduction

Les relations entre activités agricoles et territoires sont au cœur des problèmes de développement agricole ; mais comment rendre compte des processus de gestion de l'espace et des ressources qui sous-tendent l'activité agricole ou sont sous sa dépendance ? L'organisation de l'espace rural est le produit historique de l'interaction entre les sociétés et leur milieu, mais aussi un facteur de cette interaction. Celle-ci doit être considérée aux niveaux où les agriculteurs inscrivent leurs actes techniques et où les organismes de développement et d'aménagement agricole interviennent.

L'identification, le fonctionnement et l'interconnexion des niveaux d'organisation pertinents : parcelles, exploitations, colonies, bassins versants, constituent à la fois les étapes et les enjeux de la démarche (Muxart *et al.*, 1992) qui allie analyse systémique et analyse spatiale.

A partir de l'étude de deux processus : la protection des ressources en eaux potables en Lorraine et la pérennisation des exploitations agricoles à Misiones, nous dégageons les principes généraux de la méthode utilisée pour appréhender l'organisation de l'espace rural en situation de changement rapide.

Protection des ressources en eaux potables en Lorraine

Objectifs

Les entités où s'élaborent les ressources en eau sont les bassins d'alimentation. Elles sont sous la double autorité

des gestionnaires de l'eau (maires pour les régies communales, présidents des syndicats intercommunaux) et des gestionnaires du territoire des bassins d'alimentation (agriculteurs, forestiers, résidents) (Salou, 1992). Modéliser les avenirs possibles de la qualité des eaux impose de comprendre le poids sur celles-ci de différentes variables, dont la conduite technique des exploitations.

Chaque parcelle culturale sur laquelle un système de culture est mis en œuvre participe à deux organisations spatiales : un bassin d'alimentation et une exploitation agricole. On peut avoir deux lectures des terroirs de l'eau : d'une part, la reconnaissance des occupations du sol d'un bassin d'alimentation permet d'identifier le risque qu'elles font courir à la qualité de l'eau, selon la conduite agronomique des couverts végétaux. (cette lecture est utile pour établir un diagnostic préalable à toute action préventive – Benoît, 1992) ; d'autre part, la structure spatiale du bassin permet de définir pour chaque exploitation son taux de concernement.

Cette compréhension s'avère nécessaire quand des changements de pratiques doivent être envisagés en négociation entre les gestionnaires de l'eau et ceux du territoire.

Nous posons que la qualité de l'eau issue d'un bassin d'alimentation est la moyenne, pondérée par leur surface, des qualités des eaux issues des diverses occupations du sol présentes dans l'aire du bassin.

Nous utilisons deux méthodes pour évaluer la qualité de l'eau issue des divers couverts végétaux : comparaison des profils azotés à l'entrée et à la sortie de l'hiver, d'une part, suivi de la solution du sol par bougies poreuses sur des sites permanents et prélèvements d'eau bimensuels, d'autre part (Ballif et Muller, 1990).

L'objectif est d'expliquer la qualité de l'eau issue d'un bassin d'alimentation par son occupation du sol, puis d'identifier les bassins à risque et de rechercher les exploitations qui sont impliquées dans ce risque et pour lesquelles un changement de systèmes de culture doit être étudié (Benoît *et al.*, 1993).

Démarche

Mesure de l'occupation du sol d'un bassin d'alimentation

La mesure des surfaces de cultures, prairies permanentes et forêts a combiné quatre méthodes (Gaury, 1992) :

- l'interview direct de tous les agriculteurs intervenant sur le périmètre du bassin versant ;
- la photo-interprétation (après un calage sur une zone à utilisations du sol connues sont extrapolées des règles de reconnaissance des couverts sur la couleur, la texture et les ombrages) ;
- l'observation de terrain (par observation visuelle directe sont notés, début juin, les couverts végétaux de la campagne agricole) ;
- le traitement d'images satellitaires (Girard *et al.*, 1990).

La digitalisation de ces données sur un système d'information géographique permet d'obtenir des états et des évolutions de l'utilisation du territoire.

Mesures des lixiviations nitriques sous les principaux couverts végétaux

Depuis 1989, les données acquises ont permis d'obtenir des valeurs pour onze couverts végétaux. Nous pouvons comparer les 2 mg/l de [NO3-] des forêts, les 19 mg/l des prairies permanentes fauchées et les 125 mg/l du maïs fourrager.

Vérification du modèle

L'évolution des teneurs hivernales en nitrates de la source S1, bassin versant de 984 ha, a fait l'objet d'une modélisation, réalisée pour les années 1975 à 1991, où sont connues les teneurs en nitrates et l'utilisation exhaustive du territoire. Les teneurs simulées sont très proches des teneurs mesurées : de 1975 à 1991, les écarts sont toujours inférieurs à 4 mg/l de [NO3-] (Gaury, 1992). Ainsi, l'évolution des teneurs hivernales en nitrate est bien synchrone avec l'assolement du parcellaire agricole. L'occupation du sol est donc une variable essentielle pour expliquer la qualité de l'eau.

Un suivi régional de l'évolution des assolements dans les bassins d'alimentation

L'utilisation de la télédétection permet de cartographier l'occupation des sols à l'échelle régionale. Si nous disposons à cette échelle de la délimitation des bassins (travail des agences de l'eau, par exemple), nous pouvons repérer ceux où la régression des prairies est la plus forte simultanément à l'accroissement des surfaces en maïs. Un chiffrage de ces évolutions d'assolement, combiné aux moyennes des qualités d'eau par occupation du sol, nous permet de hiérarchiser les risques que subissent les bassins d'alimentation d'une région. La comparaison entre la valeur simulée de ce risque et les valeurs mesurées aux sources constitue la validation en cours.

Un changement de la qualité d'eau par un changement des systèmes de culture des exploitations

Quatorze exploitations sont concernées dans le cas du bassin S1. L'amélioration de la qualité de l'eau de ce bassin passe donc par une action concertée de ces exploitations sur cette fraction de milieu naturel que nous appelons un terroir de l'eau. Mais, toutes les exploitations ne sont pas concernées au même titre. Par exemple, leurs surfaces dans le bassin varient de 62 % à 1 % de leur surface totale.

Conclusion

La nature des couverts végétaux, leur extension et leur localisation apparaissent comme les variables majeures dans l'explication de la qualité des eaux souterraines lorraines. Il est donc important de développer des méthodes permettant de suivre l'évolution de ces variables (télédétection, par exemple) et de les modéliser à l'échelle des exploitations agricoles si l'on veut pouvoir contrôler la qualité des eaux. La parcelle culturale est l'entité de base dont il nous faut connaître la place dans le fonctionnement global de l'exploitation.

La modélisation spatiale des flux d'azote nécessite donc de décrire les entités spatiales en jeu ainsi que leurs structures et de caractériser l'évolution de ces structures pour estimer les probabilités de modification des flux d'azote.

Il faut donc concilier des objectifs et des méthodes d'action de gestionnaires d'entités différentes.

Pérennisation des exploitations agricoles à Misiones

Objectifs

Nous étudions les processus d'installation et de pérennisation des exploitations agricoles sur le front pionnier de la province de Misiones en Argentine. La colonisation de cet espace remonte au début du siècle et aux années 50 pour le département de San Pedro (Albaladejo et Lardon, 1990). Ce front de colonisation agricole, qui a remplacé un front d'extraction forestière, est caractérisé par le passage progressif d'une agriculture de défriche, fondée essentiellement sur des cultures annuelles de vente très érosives comme le tabac (la consommation de la fertilité du sol est telle qu'elle nécessite le déplacement de la culture sur de nouveaux déboisements tous les trois ans), à une agriculture plus stable, fondée sur des cultures pérennes de vente et l'élevage.

Les difficultés pour établir un diagnostic agricole sont de nombreux ordres. Les dynamiques rapides du front de colonisation rendent d'autant plus délicate l'obtention par les techniques classiques (enquêtes, par exemple) de données fiables et précises sur les exploitations agricoles. A supposer ces données recueillies, il faut disposer d'une méthode d'analyse du devenir des exploitations.

Notre objectif est d'élaborer un diagnostic sur la pérennisation de ces exploitations agricoles à l'échelle d'une petite région en combinant l'analyse systémique, pour qualifier les capacités d'évolution des exploitations agricoles et l'analyse spatiale, pour simplifier l'obtention des données, identifier les fonctionnements et généraliser les résultats obtenus à des zones plus grandes.

Démarche

L'activité agricole s'organise au sein de systèmes agraires locaux, les colonies (espaces d'appartenance regroupant une centaine d'exploitations agricoles), qui participent à la construction de l'espace agricole. Le fonctionnement des exploitations agricoles, au travers des assolements, a une expression spatiale qui marque cette dynamique. Nous proposons une démarche utilisant la correspondance entre les structures spatiales et les modes de fonctionnement à deux niveaux d'organisation, l'exploitation agricole et le système agraire local.

Qualification des colonies du département de San Pedro

Les colonies constituent des unités d'organisation collective fondant les sentiments d'appartenance et les référentiels sociotechniques des agriculteurs qui s'y trouvent. Elles résultent d'un processus différencié de colonisation lié essentiellement à l'accessibilité de la zone et à l'évolution du statut foncier.

A partir d'images satellites multidates, on montre que l'empreinte spatiale des colonies permet de les différencier et de les caractériser par l'importance des surfaces déboisées (proportion d'essartage) et par la répartition des cultures, en lien avec l'ancienneté et les conditions de la colonisation. La dynamique rapide de la colonisation s'observe par l'importance des cultures annuelles sur déboisements récents (figure 1).

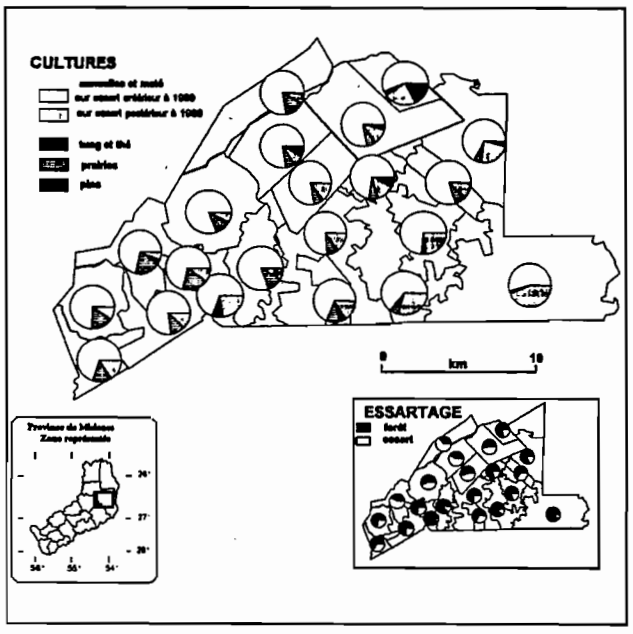


Figure 1. *Répartition des cultures et importance de la forêt par colonie*

Au moyen de méthodes de morphologie mathématique, on montre aussi que les surfaces essartées des différentes exploitations agricoles tendent à s'agréger de manière différenciée selon les colonies.

Le niveau d'organisation des colonies met donc en évidence des modes de fonctionnement différents, que l'on peut qualifier spatialement.

Typologie des capacités d'évolution des exploitations agricoles

On s'appuie pour cela sur la colonie Luján, suivie depuis 1984 par enquêtes auprès des exploitants (les cartes des assolements ont été effectuées en 1984 et 1988). La bonne connaissance du terrain nous fournit les bases de la compréhension du fonctionnement des exploitations agricoles et permet de proposer des modèles d'organisation spatiale (Lardon *et al.*, 1994).

Albaladejo (1992) a établi une typologie des capacités d'évolution des exploitations agricoles fondée sur la théorie de l'équilibration (Piaget, 1975). Elle prend en compte trois propriétés importantes des systèmes agricoles dans leur processus de développement et leur capacité de réaction à des perturbations : stabilité, transformation et évolution.

La stabilité dépend en partie des ressources monétaires réalisables, mesurées par le nombre de bovins, la surface du lot et la surface en boisements. L'autoconsommation, qui y contribue aussi, est représentée par un indice prenant en compte productions vivrières et main-d'œuvre. Les variables plus spécifiques de la capacité de transformation sont la capacité de travail et le nombre de bovins. Enfin, les variables qui caractérisent le mieux les capacités d'évolution sont liées à la commercialisation : surfaces en tabac, cultures pérennes, surfaces en prairie et indice de diversité des produc-

tions commercialisées. Le statut foncier est également associé à cette capacité.

Nous avons réalisé une analyse factorielle des correspondances multiples (AFCM) sur un échantillon de 120 exploitations, dont 50 de Luján. Le premier axe (15 % de l'inertie du nuage) décrit le processus d'accumulation et oppose statut foncier précaire et statut de propriétaire. Le deuxième facteur (8,5 %) met en évidence les systèmes de production tabacoles. Le troisième facteur (7,5 %) représente l'intensité de la transformation en cours.

Une classification ascendante hiérarchique (CAH) sur les valeurs de ces trois facteurs différencie quatre type d'exploitations.

La classe 4 représente les exploitations en difficulté, nouvellement installées ou constituées de doubles-actifs : ce sont les plus petites superficies (essart de 7,6 ha en moyenne), l'activité agricole y est réduite. La classe 3 est composée de systèmes de production fondés principalement sur les cultures vivrières ; les cultures commerciales sont faibles : c'est une agriculture de subsistance. La classe 2 regroupe des systèmes d'exploitation ayant réussi une certaine accumulation : les lots sont plus grands (27 ha en moyenne) ; les cultures commerciales sont bien implantées, notamment le tabac, l'élevage est important (2 ha de prairie et 5 bovins en moyenne) ; ce sont des systèmes consolidés. La classe 1 est celle des systèmes de production suffisamment consolidés pour être pérennes : un exploitant sur deux est propriétaire.

A partir de cette classification, élaborée sur un échantillon représentatif de la zone, toute exploitation peut être classée par projection en individu supplémentaire dans l'analyse.

Typologie des structures spatiales

Les exploitations agricoles organisent leur espace en tenant compte de différentes contraintes : accessibilité, qualité des sols, pente, proximité. Au cours du temps, les exploitations s'agrandissent, déboisent pour installer les cultures exigeantes en fertilité, modifient leurs rotations culturales pour reconstituer la fertilité sur les parcelles dégradées. De même, après la phase d'installation, où sont mis en place tabac et cultures vivrières, les exploitations implantent les cultures pérennes et/ou les prairies. Les assolements se modifient donc au cours du temps, tant dans la distribution relative des différentes cultures que dans leur répartition spatiale.

L'obtention des caractéristiques des assolements s'appuie sur la reconnaissance des cultures à partir d'images satellites traitées par classification supervisée. Nous disposons d'une image panchromatique SPOT (hiver 1989) et de deux images SPOT P + XS (hiver 1991 et été 1992), avec une résolution 10m x 10m adaptée aux caractéristiques de l'utilisation agricole du sol : parcellaire de petite taille, cultures associées fréquentes.

Sur l'image d'hiver ont été identifiées les surfaces en forêt, en friches (deux types), en prairies et les surfaces cultivées qui apparaissent en sols nus en hiver. Ces dernières recouvrent en fait plusieurs types d'occupation du sol : majoritairement des cultures annuelles telles que le tabac, le maïs, etc., mais aussi des cultures pérennes présentant une faible activité chlorophyllienne telles que le tung et les jeunes plantations de maté. L'image d'été complète cette première classification en identifiant les surfaces en cultures de tung et de thé. Ces images ont permis de calculer la superficie déboisée entre 1989 et 1991, superficie affectée majoritairement à la classe des cultures annuelles en 1991.

La reconnaissance des types culturaux est globalement correcte (81 %). Une fois la classification effectuée, nous avons numérisé les plans cadastraux permettant de délimiter les exploitations et donc de calculer les surfaces par exploitation (Duvernoy *et al.*, 1994). Les variables retenues pour caractériser les assolements sont les superficies en forêt, en cultures annuelles et maté, en prairies, en cultures pérennes (thé et tung), la surface déboisée de 1989 à 1991, un indice de diversité commerciale et le pourcentage de la superficie cultivée. Elles ont été calculées sur un échantillon construit à partir des exploitations connues de trois colonies voisines : 41 à Lujan, 46 à Paraïso et 32 à Fortaleza, mais à des stades d'ancienneté de colonisation différents. Les mêmes techniques d'AFCM et de CAH sont appliquées aux données issues des images de télédétection, pour cet échantillon.

Mise en correspondance des deux typologies sur un site connu

L'interprétation des premiers plans des deux AFCM réalisées (capacités d'évolution et structures spatiales) donne le tableau de contingence suivant (tableau I) :

La correspondance entre les deux typologies est de 61 % pour l'échantillon considéré. Il faut référer ce résultat à la précision du capteur et aux dates, non optimales, d'acquisition des images. Des essais de modification de seuils pour la mise en modalité des variables ou d'ajouts/suppressions de variables (par exemple, la prise en compte de la position de l'exploitation dans la colonie) n'ont pas permis d'améliorer les résultats.

Nous avons ensuite utilisé une technique de segmentation qui réalise les opérations de choix des variables et de leurs seuils. Cette technique permet d'expliquer une variable, en l'occurrence la classe issue de la typologie des capacités d'évolution, à partir de variables explicatives, quantitatives ou non, ici les variables spatiales, en construisant un arbre hiérarchique. La méthode réalise une partition dichotomique en choisissant à chaque pas la variable la plus discriminante, le seuil de cette variable permettant d'obtenir cette partition.

Celle-ci est constituée de 11 branches qui utilisent les variables : taille de l'essart (ESS), superficie en cultures annuelles et maté (YAN), taille du lot (LOT), pourcentage de la superficie cultivée (PCU) et distance à la route nationale (DRN). On obtient 71 % de bons classement sur l'échantillon considéré (figure 2).

Tableau I. T1(typologie des capacités d'évolution) / T2 (typologie des structures spatiales)

		T2			
		1	2	3	4
T2	1	16	4	0	0
	2	7	23	11	0
	3	1	9	22	0
	4	0	3	9	9

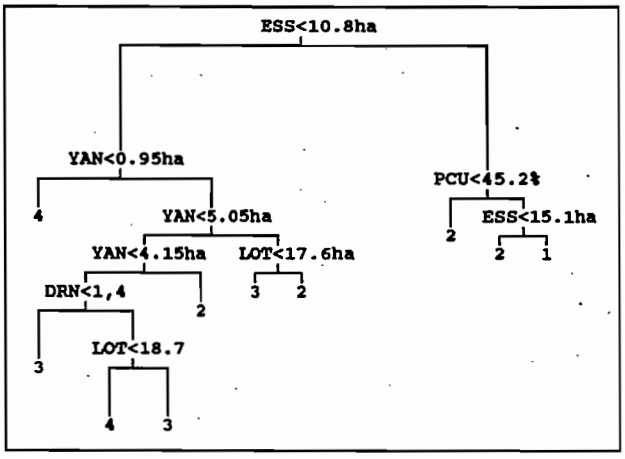


Figure 2. *Arbre de discrimination des classes de capacité d'évolution à partir des variables spatiales.*

Généralisation de la typologie des capacités d'évolution à partir des structures spatiales sur l'ensemble des exploitations de la zone

Nous généralisons en appliquant l'arbre de discrimination précédemment obtenu. La généralisation en cours vérifiera, sur un certain nombre d'exploitations, si la classe prédite par les données spatiales correspond au classement que l'on aurait fait par enquête sur les capacités d'évolution. On obtient pour chaque colonie sa composition en exploitations de chaque type, que l'on interprète selon l'ancienneté de la colonie et ses caractéristiques propres.

Ainsi, le diagnostic sur la pérennité de l'agriculture de la zone prend en compte les modes de fonctionnement des exploitations agricoles et les modes d'organisation au sein des colonies.

Conclusion : une méthode

Au-delà des différences de problématiques dans les deux cas présentés, il apparaît des points communs, qui sont les points forts de la méthode proposée.

Ainsi, que l'espace agricole soit en genèse ou en transformation pour répondre à des contraintes extérieures, il nous a paru nécessaire de descendre au niveau concret des actes techniques. La façon dont les agriculteurs organisent leur travail et assurent leurs productions se marque dans l'espace par la répartition des cultures, c'est-à-dire les assolements. Ceux-ci ont donc un sens par rapport au mode de fonctionnement des exploitations agricoles.

Le deuxième point commun tient au fait qu'à partir de ces assolements on peut élaborer, en un lieu donné, des indicateurs spatiaux discriminants par rapport aux fonctionnements étudiés (typologie des systèmes agricoles, par exemple). A partir de ces indicateurs, les méthodes d'analyse spatiale permettent d'étendre sur de plus vastes surfaces la reconnaissance des fonctionnements à l'œuvre. Il faut pour cela avoir une bonne connaissance du terrain et mobiliser des outils d'observation de grande portée et d'analyse des structures spatiales. Les couverts et les cultures sont identifiés par télédétection et l'utilisation conjointe des SIG les réfèrent aux unités fonctionnelles. On dégage ainsi les indicateurs spatiaux du fonctionnement.

Enfin, la troisième analogie repose sur la reconnaissance des niveaux de pilotage et leur prise en compte dans la méthode de généralisation. Car une parcelle d'un bassin versant ou d'une colonie n'est pas une entité isolée, indépendante des autres et des niveaux englobants. Ces parcelles sont parfois même gérées par plusieurs pilotes : l'agriculteur qui met en valeur l'espace, bien sûr, mais aussi le propriétaire qui définit les conditions d'utilisation de ce patrimoine, les prescripteurs qui imposent des contraintes d'utilisation des ressources ou la société locale qui fait pression pour satisfaire un intérêt collectif.

Ici, deux niveaux sont pertinents, celui de l'exploitation agricole, base des décisions individuelles mais intégratrice des contraintes extérieures et celui du bassin versant ou de la colonie, niveau des décisions collectives et de la résultante des forces locales en jeu.

Dans l'objectif de construction d'une méthode de diagnostic pertinente pour des situations variées et des processus divers, nous proposons, à partir de ces travaux, de formaliser une démarche en cinq étapes.

1- Identifier les niveaux d'organisation pertinents et l'unité élémentaire d'observation du processus étudié. Ici, ce sont les colonies ou bassins versants, les exploitations agricoles et les parcelles.

2- Modéliser le fonctionnement aux différents niveaux d'organisation et formaliser les indicateurs spatiaux représentatifs de ce fonctionnement. A Misiones, ce sont, pour les colonies, les stades de colonisation que marquent le statut juridique, la densité d'essartage, la répartition des cultures et les stades d'évolution des exploitations marqués par le défrichement et la mise en place progressive des cultures. En Lorraine, ce sont, pour les bassins d'alimentation, les dynamiques des assolements, résultant du fonctionnement des exploitations et de leur emprise foncière. Il faut bien sûr que les processus étudiés aient une forte composante spatiale.

3- Mettre en correspondance mode de fonctionnement et structure spatiale. En Lorraine, le taux de pénétration des nitrates dans le sol est relié à la répartition des cultures pratiquées. A Misiones, les capacités d'évolution des exploitations agricoles sont reconnues à partir des assolements mis en œuvre.Il faut une bonne connaissance d'un terrain pour identifier les variables pertinentes et contrôler la valeur explicative des structures observées.

4- Utiliser les structures spatiales pour généraliser de la zone d'échantillonnage à l'ensemble de la zone d'étude. A Misiones, les enquêtes ont permis d'identifier et de prendre en compte la diversité des exploitations agricoles du domaine d'étude et l'utilisation des structures spatiales d'interpoler au sein de celui-ci la reconnaissance des types d'exploitations agricoles. Le domaine de validité de la généralisation spatiale se définit donc comme celui dans lequel les indicateurs spatiaux peuvent être interprétés de façon similaire.

5- Interpréter les structures observées en relation avec les fonctionnements aux différents niveaux d'organisation. En Lorraine, il importe de connaître la répartition des cultures au sein des exploitations agricoles et la composition des bassins versants en exploitations ayant des modes de gestion différents. A Misiones, les dynamiques de pérennisation des

exploitations agricoles doivent être resituées par rapport aux caractéristiques des colonies. L'articulation de différents points de vue qu'offre la prise en compte simultanée de plusieurs niveaux d'organisation est nécessaire à la compréhension du processus étudié.

Ainsi, la mise en correspondance des structures spatiales avec les niveaux signifiants de l'activité agricole permet de construire une méthode de suivi et de diagnostic des processus étudiés. Cette démarche repose sur l'analyse de la gestion de l'espace par les agriculteurs ; par conséquent, elle participe à l'étude des dynamiques de développement des activités agricoles au sein de différents territoires.

Références bibliographiques

Albaladejo C., 1992. Análisis de la sostenibilidad de los sistemas agricolas con el concepto de equilibración. Estudios Rurales, Un. Nac. de Misiones, Argentine, 3 (1).

Albaladejo C., Lardon S., 1990. La dynamique spatiale d'une zone pionnière en Argentine. Mappemonde 90/4 : 37-41.

Ballif J.L., Muller J.C., 1990. Les bougies poreuses et les lysimètres. Perspectives agricoles, 144 : 72-82.

Benoît M., 1992. Un indicateur des risques de pollution azotée nommée "BASCULE" (Balance Azotée Spatialisée des Systèmes de CUlture de l'Exploitation). Fourrages, 129 : 95-110.

Benoît M., Bachacou M., Gaury F., Le Ber F., 1993. Qualité des eaux et gestion spatiale des systèmes de culture. *In : Journées du programme Agrotech (GER-AGRESTE), 1993/11/3-4.* Tome 1 : 2-15.

Duvernoy I., Albaladejo C., Langlet A., Lardon S., 1994. Interpretation of remote sensing images to assess the sustainability of agricultural systems. Accepté dans International Journal of Remote Sensing.

Gaury F., 1992. *Systèmes de culture et teneur en nitrates des eaux souterraines. Dynamique passée et actuelle en région de polyculture-élevage sur le périmètre d'un gite hydrominéral.* Thèse de doctorat, ENSA Rennes, 229 p.

Girard C.M., Benoît M., de Vaubernier E., Curran P.J., 1990. SPOT HRV data to discriminate grassland quality. International Journal of Remote Sensing, 11 (12) : 2253-2267.

Lambin E., 1988. *Apport de la télédétection satellitaire pour l'étude des systèmes agraires et la gestion des terroirs en Afrique occidentale.* Doctorat de l'Université Catholique de Louvain, Belgique, 239 p.

Lardon S., Triboulet T., Duvernoy I., Albaladejo C., 1994. Analyse spatiale et diagnostic de l'activité agricole sur une frontière agraire en Argentine. *In : Actes du colloque EGIS 1994.* Paris, 10 p. (sous presse).

Muxart T., Blandin P., Friedberg C., 1992. Hétérogénéité du temps et de l'espace : niveaux d'organisation et échelles spatio-temporelles. *In : Sciences de la nature, sciences de la société.* M. Jollivet éd., Paris, France, CNRS, p. 403-425.

Piaget J., 1975. *L'équilibration des structures cognitives.* PUF, Paris, 188 p.

Salou M.C., 1992. *Elaboration de la qualité des eaux souterraines en zone de polyculture-élevage. Cas des situations karstiques de Vicherey-Beuvezin.* Mémoire de DEA, Université de Metz, INRA-SAD, Mirecourt.

La recherche face au changement des systèmes de production agricole sahéliens

Lericollais André ; Milleville Pierre
ORSTOM, 911, avenue d'Agropolis, 34000 Montpellier

Résumé

La compréhension des systèmes de production suppose la prise en compte de leurs évolutions plus ou moins récentes. Dans les régions sahéliennes, l'évaluation du changement se heurte à des contraintes particulières : d'une part, la variabilité exceptionnelle, d'autre part, l'absence de suivi statistique. Le retour sur des terrains anciens est la méthode mise en œuvre ici, afin de reconstituer les évolutions sur les dernières décennies, sans recourir à une hasardeuse approche rétrospective.

Abstract

Changes in Sahelian Farming Systems: Implications for Research

Farming systems studies should also consider how the systems have changed over time. But changes in the Sahelian zone cannot be evaluated easily because of high interannual variability and lack of statistical series. A posteriori methods are not always reliable; instead, fresh research on areas studied during the 1960s enables reconstruction of changes during the past three decades.

Introduction

Les systèmes de production agricole sont des objets complexes, constitués de multiples composants en interdépendance, et entretenant des relations avec un environnement lui aussi changeant. La prise en compte de leurs évolutions plus ou moins récentes est inhérente à toute analyse de situation et contribue dans tous les cas à l'interprétation des faits présents. La compréhension de ces évolutions paraît en outre indispensable au monde du développement pour définir des objectifs et propositions qui tiennent compte des dynamiques en cours. Mais les difficultés de l'exercice sont bien connues. La reconstitution du passé récent met en jeu la subjectivité de l'observateur et celle des acteurs. En l'absence de repères anciens précis, elle risque d'être sectorielle, normative, orientée, parfois anachronique. L'analyse du changement ne peut se limiter à celle de l'évolution de faits particuliers dans des lieux déterminés. L'observation ne peut se perpétuer ou se reproduire qu'au niveau d'entités agraires structurées relativement pérennes : les finages, les aires pastorales, les périmètres irrigués. Elle doit rendre compte de l'interférence entre des faits relevant de catégories et de niveaux différents. Au-delà des artefacts que l'on peut attribuer globalement à la subjectivité de l'observateur se pose sans doute plus fondamentalement le problème de la transformation de l'objet lui-même.

Pour mettre en évidence les problèmes particuliers que pose l'analyse diachronique des systèmes de production agricole dans les régions sahéliennes, nous allons nous référer à trois situations contrastées observées au Sénégal :

- les campagnes densément et anciennement peuplées du vieux pays Serer Sine, où s'expriment plus particulièrement des évolutions continues et le poids des héritages (Lericollais, 1972) ;
- les Terres Neuves du Sénégal oriental, occupées depuis le début des années 70 par des agriculteurs Serer, où des conditions de milieu et une situation foncière plus favorables autorisent d'autres dynamiques (Milleville et Dubois, 1979) ;
- un secteur de la vallée alluviale du Sénégal éprouvé par les sécheresses et très impliqué dans les opérations d'aménagement hydroagricole.

Le pas de temps pluridécennal est a priori adapté à la mise en évidence de changements importants en raison des facteurs en cause, écologiques, démographiques, techniques et économiques. La recherche mise en œuvre dans ces trois situations relève du retour sur terrains anciens. Au départ, il y avait donc une occasion, relativement rare, de s'appuyer sur des études anciennes, elles aussi centrées sur l'analyse des systèmes de production. Dans les trois cas, des changements importants, dignes d'intérêt, justifiaient la reprise de l'étude. L'évolution est retracée en s'appuyant sur deux phases d'observation minutieuse, séparées par une période de 10 à 20 ans. La méthode se situe donc entre l'approche rétrospective et le suivi continu.

Observer le changement : objectifs et enjeux

Antécédents

Les retours sur d'anciens terrains, dans le cadre notamment de monographies de villages, ne sont pas sans précédents hors des régions sahéliennes. On peut citer l'expérience de l'équipe INRA à Rambervilliers dans les Vosges, qui s'est attachée à suivre l'évolution des exploitations agricoles (Cristofini *et al.*, 1982). On peut rappeler le cas du village mexicain de Tepotzlan, dans l'État du Morelos, près de Mexico, étudié en 1926-1927 (Redfield, 1946), puis une seconde fois en 1943 (Lewis, 1951), afin d'analyser le changement social. L'étude de Piparsod, village du Madhia Pradesh en Inde, reconstitue l'évolution de l'agriculture et de la société locales en se fondant sur une cartographie minutieuse (Chambard, 1980). Les films réalisés par G. Rouquier sur des paysans d'un village de l'Aveyron, *Farrebique* en 1947 puis *Biquefarre* en 1984, témoignent de la révolution agricole vécue par cette région en deux générations.

Pour les campagnes africaines, nous disposons d'études anciennes faites le plus souvent à l'échelle locale, celle du village et de son terroir (Pélissier et Sautter, 1970), auxquelles il est légitime et précieux de se référer pour qualifier la situation ancienne et que l'on est tenté de réactiver dans une démarche de comparaison avec le temps présent : démarche en apparence très simple, qui mérite pourtant d'être explicitée.

Objectifs et principes méthodologiques

Analyser l'évolution des sociétés rurales en se référant aux renseignements anciens que fournissent les études monographiques réalisées il y a quinze ou vingt ans constitue l'objectif principal de ces recherches. Mais l'analyse du changement ne se fonde pas sur la simple comparaison de deux « photographies ». La chronique des événements, des progressions, des régressions, des ruptures, retracée pour l'essentiel en utilisant des indicateurs et en s'appuyant sur des témoignages, devra nécessairement faire le lien entre les deux périodes d'enquête et les déborder.

L'approche nouvelle se situe sur le plan local, comme la précédente, mais avec le souci de définir et d'atteindre une échelle significative. L'étude de cas ne se réduit plus à une simple monographie villageoise, souvent qualifiée d'observation ponctuelle. La zone d'enquête s'est étendue à un ensemble de villages (par exemple, au Sénégal, les quinze à trente villages d'une communauté rurale). Les observations sont replacées dans les niveaux englobants ou situées au sein de réseaux de relations. Dans tous les cas la zone d'étude est située dans la diversité régionale, en appréciant les réactions et les adaptations induites par des décisions économiques et juridiques prises au niveau de l'État. En pays Serer Sine, dans les Terres Neuves et dans la vallée du Sénégal, l'objectif des retours sur d'anciens terrains allait bien au-delà d'une simple réévaluation des travaux anciens, de géographie agraire notamment. De nouveaux protocoles de recherche ont été définis ; des socioanthropologues et des agronomes sont venus s'adjoindre aux géographes sur les différents terrains.

Un certain recadrage de l'analyse du système agraire a résulté du nouveau montage de la recherche. La mise en place d'une équipe réellement pluridisciplinaire s'accompagne d'un élargissement et d'une redéfinition du champ d'analyse. L'analyse critique des travaux précédents a eu pour cible les limites propres à une discipline qui, même quand elle revendique une vision globalisante, n'appréhende qu'une partie de la réalité et n'est pas à même d'identifier tous les moteurs de changements. Mais les changements intervenus depuis une vingtaine d'années ont modifié la nature et les contours du système. Le système agraire s'est diversifié et ouvert. Localement, les stratégies d'acteurs se sont affirmées. L'intensité des relations développées à distance traduit la permanence des liens maintenus avec les migrants.

Sont aussi à évaluer les écarts éventuels entre les perspectives d'évolution, prudemment esquissées lors des premières investigations, et les constatations que l'on peut faire aujourd'hui. Vu la complexité des systèmes en question, le poids des innovations dans les évolutions internes, l'imprévisibilité aussi bien des fluctuations écologiques que des décisions institutionnelles, on admettra rétrospectivement que les changements qui ont eu lieu étaient difficilement prévisibles. Les reconstitutions rigoureuses du passé récent incitent à la prudence quant à la prévision. Si des diagnostics prospectifs ou même prédictifs peuvent s'appliquer à certaines variables mesurables sous certaines conditions, la prévision au niveau du système de production dans sa globalité nous semble hors de portée.

Particularités de la recherche au Sahel

Au plan méthodologique, le suivi des systèmes agricoles des régions sahéliennes se heurte à de fortes contraintes :

- il n'y a guère de statistiques fiables concernant l'activité agricole, (évolution des surfaces, des cheptels, des productions) et les facteurs attenants que sont la dynamique de la force de travail et la gestion foncière. Il n'existe ni recensement régulier, ni cadastres, ni mercuriales. L'essentiel de l'analyse doit donc se fonder sur des données d'enquête ;
- les fluctuations interannuelles sont considérables. Les normes et les moyennes sont d'une signification plus limitée qu'ailleurs. Quand les évolutions ne sont pas linéaires, il devient difficile d'apprécier les tendances par delà les fluctuations et les ruptures ;
- l'espace agricole y a été soumis à des contraintes brutales. Les sécheresses des trois dernières décennies ont modifié durablement les conditions de la production. L'aménagement hydroagricole a parfois complètement transformé l'espace agraire lui-même ;
- les systèmes agropastoraux étaient souvent complexes, associant pluriactivité et mobilité locale. Au cours des dernières décennies, les migrations urbaines, interafricaines et transcontinentales ont contribué à élargir plus encore les fondements des économies domestiques ;
- les terrains revisités sont affectés de dynamiques fortes. Dans ces régions, on peut attendre un doublement des effectifs de la population en moins de trente ans, compte tenu des coefficients démographiques naturels. La densification se conjugue dans tous les cas avec l'émigration ;

– l'environnement institutionnel a changé. Au Sénégal, la législation nouvelle et les réformes administratives, telles que la loi sur le domaine national (1964), la constitution des communautés rurales (1972) et le code de la Famille (1972), étaient susceptibles d'infléchir les règles d'attribution des terres et d'héritage.

Niveaux et échelles d'analyse

Dans les années 60, le terroir villageois constitue le niveau d'analyse privilégié des structures agraires traditionnelles, c'est-à-dire largement héritées, et d'une économie ayant maintenu ses fondements locaux. L'observation ne peut se perpétuer ou se reproduire qu'au niveau d'entités agraires structurées relativement pérennes : les finages, les aires pastorales, les périmètres irrigués dans les cas observés. Pour l'analyse de la situation locale, il importe de dépasser le particularisme d'un village ou de quelques exploitations agricoles. La validation acquise au niveau de la communauté rurale au moyen d'une enquête légère portant sur quelques indicateurs significatifs permet d'atteindre cet objectif tout en conservant le caractère régional spécifique. L'analyse géographique s'est fondée sur la cartographie à plusieurs échelles, du finage à la communauté rurale. Une information cohérente, localisée et fiable permet de construire à ces échelles des systèmes d'information géographique pouvant répondre aux questions sur le mode de gestion du terroir (Lericollais et Waniez, 1993).

Il n'est pas possible par ailleurs de considérer l'espace rural, quel que soit le niveau d'analyse retenu, comme une entité autonome, autosuffisante et repliée sur elle-même. Avec le développement des échanges économiques et l'importance des flux migratoires, les relations à distance interfèrent en permanence, et fortement, avec les dynamiques locales : échanges avec d'autres zones rurales, avec les familles urbaines et avec la force de travail prise dans les réseaux de migrations internationales. Sur les trois terrains de référence, il n'est plus possible d'analyser les économies familiales et les projets familiaux sans considérer les émigrés et la fonction émigré. Les investigations dans les zones de migration, que l'on peut a priori considérer comme des laboratoires du changement, s'avèrent complémentaires et très éclairantes.

La comparaison dans le temps et entre terrains différents ne peut se faire qu'au niveau d'agrégats, d'échantillons ou d'entités (complexes) de dimension significative, pour ne pas se rendre prisonnier de la singularité des faits, pour absorber la variabilité individuelle et limiter le poids des contingences.

Les typologies d'exploitations agricoles servent précisément d'outils de mise en ordre et d'interprétation de la diversité. Les exploitations agricoles suivies dans le Sine, dans les Terres Neuves et dans les villages de la vallée du Sénégal étaient en nombre suffisant pour construire ces typologies prenant en compte la structure de la population active, la terre disponible et exploitée, les cheptels et les équipements, les performances au niveau de la parcelle et la conduite des troupeaux.

La catégorisation a été faite aussi par types d'actifs-exploitants. Les parcelles des chefs d'exploitation, celles des hommes dépendants et celles des femmes ont constitué trois regroupements distincts, très différenciés. Il s'agit là d'une caractéristique fréquente des unités de production agricoles en Afrique : l'exploitation agricole constitue un niveau d'organisation agrégeant plusieurs sous-systèmes interdépendants.

Le montage d'une recherche pluridisciplinaire passe ici par l'intégration chemin faisant de nouveaux chercheurs novices sur ces terrains. La diversité des points de vue favorise le renouvellement des approches et enrichit les comparaisons dans l'espace et dans le temps.

Les études anciennes nous donnent d'emblée une analyse de la structure agraire et de sa genèse, qu'il faut vérifier et actualiser. Elles nous fournissent des références sur le fonctionnement, les niveaux techniques et les performances du système de production d'il y a quinze ou vingt ans, qui seront réinterprétées.

Chaque discipline doit alors préserver la maîtrise de son protocole de recherche sans se contraindre à adopter le cadre et les échelles d'enquêtes anciennes, ni ceux des enquêtes mises en place par les autres. La collaboration n'est pas des plus aisées, pour des raisons tenant fondamentalement au choix des unités d'observation. Pourtant, toutes les investigations devront prendre en compte la diversité des situations particulières, étendre les observations à une échelle significative, cadrer l'analyse locale dans les niveaux plus englobants, prendre en compte la trame des relations locales ou celles entretenues à distance entre les individus et les groupes. Autant que faire se peut, toutes les recherches doivent s'intéresser à la même population et pendant le même laps de temps. Chaque approche disciplinaire s'infléchit en fonction de l'orientation générale du programme, des problèmes posés et, plus concrètement, en fonction des questions soulevées par les autres disciplines.

Interprétation

La reconstitution et l'interprétation du changement, en sciences sociales pour le moins, apparaissent liées au coefficient personnel du chercheur ou au courant théorique dont il se recommande. Elles sont aussi déterminées par les modes d'approches privilégiés ou spécifiques de chaque discipline, et plus encore par le choix des niveaux d'observation et du type d'enquête. Ainsi, une analyse de l'évolution du foncier sur un finage aura tendance à valoriser les phénomènes de permanence, alors qu'une entrée sociologique par les conflits fonciers, incitera plutôt à parler d'évolution ou de rupture. De même, l'étude des parcelles de l'exploitation agricole révélera d'autres changements qu'une analyse du paysage régional. La logique économique d'une entité familiale pratiquant la pluriactivité pourra coexister légitimement avec l'approche en terme de rentabilité par filière évaluée à l'échelle nationale. A quelles unités pertinentes s'adresser pour rendre compte à la fois des permanences et des ruptures, en faisant la part du conjoncturel et du structurel ? Nous devons être attentifs à la fois à la dimension spatiale des phénomènes et à tous les niveaux d'organisation qui opèrent.

L'interprétation du changement engage par ailleurs à rechercher des relations de cause à effet entre variables. Un tel exercice se heurte à des difficultés réelles. D'abord parce que l'on ne dispose pas toujours des données rétrospectives

nécessaires. Ensuite et surtout en raison de l'interdépendance entre les faits, qui ne permet que rarement d'isoler l'effet d'une variable particulière. C'est bien de causalités multiples et de l'évolution de systèmes complexes qu'il s'agit de rendre compte.

Interpréter le changement des systèmes de production : des thèmes pour en débattre

De telles recherches, qui reposent sur une approche intégrée de la société rurale, constituent de fait un chantier de mise en pratique de la pluridisciplinarité et de confrontation d'expériences méthodologiques variées. Géographes, démographes, socioanthropologues et agronomes ont ainsi collaboré sur le terrain, tandis que la contribution des historiens a permis de rendre compte à des niveaux plus englobants de l'histoire du peuplement et de l'histoire économique. La reconstitution des évolutions et l'interprétation des résultats ont privilégié certains thèmes qu'éclairent la diversité et la complémentarité des approches. Les thèmes retenus apparaissent depuis longtemps comme des composantes majeures incontournables de la dynamique des systèmes de production

Les transformations du paysage agraire

L'analyse des évolutions du paysage agraire se raccorde à celle des structures socioéconomiques en reliant des niveaux d'organisation sociale bien identifiés à des entités spatiales précisément délimitées : espace de la communauté rurale, terroirs villageois et lignager, périmètre irrigué et maille hydraulique, terres de l'exploitation agricole, etc. La transformation de l'espace agraire peut s'apprécier d'abord au niveau des composantes a priori les plus stables du paysage, puis à celui d'éléments plus contingents. L'analyse peut ainsi concerner successivement l'état et les fonctions des aménagements agraires, la gestion foncière, l'utilisation agricole du sol, l'état des ressources et des paramètres de fertilité du milieu.

Dans les campagnes du vieux bassin arachidier, les effets de la pression foncière s'expriment clairement sur les cartes relatives à l'aménagement du terroir villageois, à l'accès à la terre de chaque catégorie d'actifs, à la place de la jachère, aux types de successions culturales, aux apports de fumure animale.

Dans les Terres Neuves, l'actualisation des cartes d'utilisation du sol donne la mesure de la progression des défrichements réalisés par les colons Serer depuis 1972, ainsi que des écarts entre l'organisation actuelle de l'espace et le modèle initialement préconisé.

L'aménagement de la vallée du Sénégal a modifié radicalement les conditions d'exploitation des terres alluviales. La confrontation des cartes des terroirs de décrue en 1972 et des périmètres irrigués en 1992 le montre spectaculairement ; elle permet de rendre compte du déplacement des enjeux fonciers.

Ces représentations qui, à l'échelle du finage principalement, traduisent les évolutions du paysage agraire et éclairent celles de la tenure et de l'utilisation du sol, constituent pour le moins une bonne entrée en matière pour aborder le changement des systèmes de production.

La dynamique de la force de travail

La croissance et la mobilité de la force de travail sont à la mesure des évolutions lourdes et des fortes fluctuations interannuelles que connaissent les systèmes de production sur le pas de temps pluridécennal. En liaison avec l'enquête démographique doivent être identifiés les différents niveaux d'organisation sociale qui interfèrent avec l'activité agricole, en premier lieu les unités résidentielles et domestiques. Mais l'appartenance aux classes d'âge, à des confréries religieuses ou à des organisations paysannes modernes crée aussi des solidarités durables qui opèrent. Enfin il est nécessaire de sortir de la zone d'étude pour reconstituer les solidarités lignagères et observer les rélations à distance maintenues avec les migrants (Couty, Pontie et Robineau, 1981).

Dans le Sine, la zone de référence où ont lieu les recherches sur les systèmes de production fait l'objet d'un suivi démographique depuis 1963. Les effectifs suivis (plus de 25 000 personnes pour la période postérieure à 1983) sont suffisants pour estimer précisément les principaux paramètres démographiques. Au cours de la dernière période, l'enquête démographique a tenu compte de la problématique de notre étude en améliorant l'enregistrement des déplacements de courte durée pour les différentes catégories de migrants, notamment ceux des travailleurs agricoles vers les Terres Neuves. L'enquête socioanthropologique s'est attachée à situer les individus dans les groupes statutaires, dans les lignages ainsi que dans les réseaux migratoires.

L'analyse de la population active dans les Terres-Neuves s'est fondée sur les recensements réalisés au cours des deux périodes d'enquête. L'analyse de l'organisation sociale des émigrés a été conduite en même temps et en parallèle avec celle de la société Serer d'origine.

Dans la vallée du Sénégal, nous ne disposons pas de séries démographiques aussi longues et aussi sûres. L'enquête par sondage en grappes et à passages répétés mise en place en 1991 nous éclaire principalement sur les mouvements récents des actifs. L'approche sociologique s'est focalisée sur la restructuration de la société paysanne liée à l'exploitation de secteurs irrigués. De nouvelles structures de production familiales, villageoises et intervillageoises apparaissent, en rapport avec le déplacement des enjeux fonciers, le recours au crédit, la mise en œuvre de nouvelles techniques et les aléas de la commercialisation.

Les enjeux fonciers

L'analyse approfondie de la dynamique du système foncier est indispensable pour comprendre l'évolution du système agraire. L'étude des questions foncières se situe par excellence au point de rencontre de plusieurs approches disciplinaires qui gagnent à se conjuguer, notamment pour reconstituer la genèse du système foncier et examiner les tensions et les conflits au cours de la période récente.

Les géographes ont dressé des parcellaires fonciers en considérant la terre comme support et facteur de l'activité agricole (conception proche de celles des agronomes et des économistes). Les socioanthropologues ont identifié les dif-

férentes unités sociales qui interviennent dans la gestion du foncier (attribution de parcelles, rééquilibrage entre unités de production, organisation des successions...) et étudié les diverses représentations relatives à la terre.

En pays Serer Sine, la fragmentation des domaines fonciers lignagers ne se raccorde pas à une simple segmentation du lignage, l'analyse conjuguée du parcellaire et des relations parentales et statutaires montre qu'il y a eu dévolution d'une partie des terres à d'autres familles et passage dans certains cas d'héritages en ligne paternelle à des transmissions en ligne maternelle et inversement.

Dans les Terres Neuves, la poursuite des défrichements a notablement réduit la disponibilité en terre. Si elle reste encore globalement appréciable, on observe de forts contrastes entre villages et entre exploitations. Les prêts de terre continuent de se pratiquer de façon très libérale, tandis qu'apparaissent les ventes de lots entiers initialement attribués aux colons Serer, ainsi que la mise en gage de terres.

Dans la vallée du Sénégal, l'affectation des parcelles aménagées par la société de développement dans les années 70 a induit pendant plus de dix ans une répartition de la terre plus égalitaire que celle que l'on observait au niveau des terroirs exploités traditionnellement à la décrue. Mais les conseillers ruraux, qui gèrent dorénavant les questions foncières à l'échelle de la communauté rurale, réactivent les rapports sociaux anciens, en dépit d'un déplacement des enjeux fonciers à l'intérieur des territoires villageois.

Ces études montrent à la fois une permanence certaine des pratiques foncières et leurs adaptations (changement des règles, arbitrage des conflits) dans un contexte de pression croissante sur la terre dans le Sine, de déplacement des lieux de culture et de changement de système agricole dans la vallée du Sénégal, et dans tous les cas en relation avec la population émigrée. Le contenu identitaire de la terre joue un rôle capital dans le maintien des statuts, localement et à distance.

L'évolution des systèmes agricoles

En régions sahéliennes, la pratique agricole et les performances des systèmes de production dépendent de paramètres affectés d'une forte irrégularité interannuelle (Milleville, 1989). On relèvera qu'en agriculture pluviale deux campagnes successives ne peuvent être considérées comme indépendantes l'une de l'autre : une bonne campagne, ou au contraire une campagne désastreuse, retentit en effet sur le comportement technique et économique des agriculteurs l'année suivante.

En pays Serer et sur les Terres Neuves, l'altération prolongée des conditions climatiques depuis le début des années 70 a profondément et durablement transformé les systèmes de culture. Les espèces et variétés à cycle long ont été abandonnées, les techniques se sont simplifiées et extensifiées. Irrégularité d'une part, effets induits et cumulatifs entre années d'autre part, constituent deux caractéristiques fortes de l'activité agricole pluviale. Pour qui se préoccupe du changement sur une durée de quinze à vingt ans, il importe de pouvoir faire la part des choses, afin de ne pas interpréter comme fait d'évolution majeure (tendance, rupture, permanence) ce qui relève plutôt du domaine de la perturbation conjoncturelle. Pour ce faire, il convient de retenir des séquences de référence de quelques années, à la fois pour prendre la mesure de la variabilité interannuelle et pour la neutraliser.

Dans la vallée du Sénégal, les changements induits par les déficits de la pluviométrie et des crues du fleuve se conjuguent avec la mise en place et l'extension progressive des aménagements hydroagricoles. Il y a véritablement une double rupture : création d'un nouveau terroir et changement de système de production. L'activité agricole qui s'organisait autour des cultures de décrue jusqu'au début des années 70 est dorénavant centrée sur la culture irriguée.

Dans tous les cas, la mise en correspondance de deux séquences pluriannuelles permet de se prémunir de grossières erreurs, mais elle ne suffit pas à qualifier totalement le changement. Il serait périlleux de considérer implicitement que les transformations constatées résultent toutes de processus d'évolution linéaire (progressive). Si des tendances lourdes existent bien, des ruptures peuvent survenir, se traduisant par de nouvelles configurations et de nouveaux états du système. Ces ruptures peuvent résulter d'un changement de conditions locales ou de l'intervention extérieure.

La reconstitution d'une chronique, possible pour nombre de paramètres, chaque fois qu'ils ont fait l'objet d'enregistrements suivis (cas des données climatiques) ou qu'ils restent vivaces dans la mémoire des acteurs, conduit logiquement à rendre compte de l'interdépendance entre les faits et donc à s'engager sur la voie de l'interprétation du changement.

Rendre compte du changement des systèmes productifs suppose aussi de procéder à certains regroupements, afin de limiter le poids des singularités individuelles. La construction de typologies d'exploitations et la catégorisation par types d'actifs-exploitants ont ainsi permis de caractériser des dynamiques et des comportements différenciés.

Les fondements de l'économie familiale

Les enquêtes économiques se sont attachées à reconstituer l'utilisation des ressources agricoles et des autres revenus sur un échantillon d'unités de production familiales. Elles montrent que les migrations et les relations à distance interfèrent fortement avec les dynamiques locales. La recherche s'est particulièrement intéressée à la circulation de la force de travail, au contenu social et économique de cette mobilité.

Les liens entre la population émigrée et l'espace rural de référence sont importants. Dans le cas du fleuve, les ressources locales s'accroissent du fait du développement de la culture irriguée, mais elles sont souvent hypothéquées par les charges et l'endettement liés à la mise en œuvre de nouveaux systèmes de culture. Dans le Sine, les ressources des familles proviennent maintenant pour une part beaucoup plus grande des parents installés ailleurs, notamment sur les Terres Neuves. Des flux divers se sont établis entre ces deux espaces d'activité économiquement et socialement liés.

L'intensité des relations entre migrants et société d'origine impose de considérer les différents espaces concernés comme interdépendants. L'extension de l'aire géographique des relations sociales et des échanges économiques, sous

l'effet du développement des réseaux migratoires, ne se traduit pas par des ruptures, mais plutôt par un élargissement des stratégies paysannes. La mobilité et les relations à distance interfèrent fortement avec les dynamiques locales.

Conclusion

Les recherches sur le changement des systèmes de production en zone sahélienne se fondent trop souvent sur des apparences immédiates et des diagnostics impressionnistes. Là comme ailleurs, les hypothèses doivent être éprouvées par des investigations systématiques, diversifiées et concertées. Les méthodes de suivi continu ne permettent généralement d'appréhender que les évolutions très récentes, alors qu'il est nécessaire d'apprécier les dynamiques sur des durées plus longues. Le choix de situations analysées avec rigueur par le passé prend alors toute sa valeur. Mais il ne peut s'agir pour autant d'une simple actualisation de données anciennes. Entre les séquences observées et en deçà, il faut établir des chroniques à l'aide des séries de données disponibles et d'indicateurs fiables et accessibles par enquêtes rétrospectives. Ces reconstitutions sont indispensables pour montrer les rythmes de progression et de régression et surtout pour mettre en évidence les ruptures dans ces évolutions.

La méthode décrite ici ne peut être mise en œuvre que pour des situations où des études anciennes préexistent. On peut imaginer un emploi plus systématique de cette méthodologie visant l'analyse du changement par la mise en place d'observatoires où l'enquête serait reproduite et renouvelée, par exemple tous les dix ans, à la manière des recensements démographiques. Ces études locales portant sur des situations repérées par choix raisonné (situations typiques, extrêmes, de crise, etc.) gagneraient à être raccordées au recensement général. Les problèmes de généralisation dans le temps et dans l'espace seraient ainsi plus aisément résolus.

Il apparaîtrait alors plus clairement que la transformation au cours du temps des réalités étudiées induit celle, plus ou moins profonde, de l'objet scientifique lui-même ; ce que les séries statistiques nous masquent. Autrement dit, la recherche sur le changement ne peut qu'inviter aussi à un changement de la recherche.

Références bibliographiques

Chambard J.-L., 1980. *Piparsod, Madhia-Pradesh. Atlas d'un village indien*. Paris, Mouton, Coll. Mondes d'Outre-mer, Passé Présent : 186 p.

Couty P., Pontie G., et Robineau C., 1981. *Communautés rurales, groupes ethniques et dynamismes sociaux. Un thème de recherches de l'ORSTOM Afrique : 1964-1972)*. Paris, AMIRA n°31, 79 p.

Cristofini B., Deffontaines J.P., Houdard Y., Moisan H., Petit M., Roux M., 1982 *Rambervilliers 10 ans après. Intérêt et limites d'une typologie pour appréhender l'évolution des exploitations agricoles.* INRA-SAD, Versailles-Dijon, multigr., 64 p.

Lericollais A., 1972 *Sob, étude géographique d'un terroir sérèr (Sénégal)*. Paris, ORSTOM, col. Atlas des structures agraires au sud du Sahara, 7, 110 p.

Lericollais A., Waniez P., 1992. Les terroirs africains, approche renouvelée par l'emploi d'un système d'information géographique. Reclus Coll. *Mappemonde* : 31-36, 10 cartes.

Lewis O., 1951. *Life in a mexican village : Tepoztlan restudied*. Urbana, University of Illinois Press, 512 p.

Milleville P., 1989. Activités agropastorales et aléa climatique en région sahélienne. *In : Le risque en agriculture*. Eldin M., Milleville P., éds, Paris, ORSTOM, coll. A travers champs : 179-186

Milleville P., Dubois J. P., 1979. Réponses paysannes à une opération de mise en valeur de terres neuves. *In : Maîtrise de l'espace agraire et développement en Afrique Tropicale.* Paris, ORSTOM, mémoire n° 89 : 513-518.

Pelissier P., Sautter G., 1970. Bilan et perspectives d'une recherche sur les terroirs africains et malgaches. *In : Etudes rurales*, 37-38-39 : 7-45.

Redfield R., 1946 *Tepoztlan, a mexican village*. The University of Chicago Press, 4th edit. 1946, 247 p.

Films

Rouquier G., *Farrebique*, 1947

Rouquier G., *Biquefarre*, 1984

Methodology for Participatory Rapid Resource Assessment with Indicators of Sustainability

Kaul Avtar[1]; Draeger Kathryn[1]; Lewis Bernard[2]

[1]Winrock International Institute for Agricultural Development, R-3, Morrilton, Arkansas 72110, USA

[2]University of Minnesota, College of Natural Resources, USA

Abstract

Pressure to meet short-term needs for food, fuel, and fiber for ever-increasing rural and urban populations often override long-term concerns for the natural resource base. In order to sustain people and their environment (physical, ecological, and cultural), it is essential that participatory rapid resource assessment techniques be applied to determine whether a system is in balance and will remain so indefinitely. We propose a systematic process of investigation that leads to the identification of the order of limiting factors that could be threatening to the sustainability of a given environment, project, technological intervention or input. It makes a distinction between the symptoms and the underlying problem(s). This methodology recognizes that indefinite increases in productivity cannot be sustained without some give and take within and between the physical, ecological, sociocultural, and economic spheres. It is capable of identifying indicators of sustainability and clearly recognizes the points of stress.

Key words

Sustainability, rapid rural assessment, resource, participatory, indicators, interventions, analysis, ecological.

Résumé

Méthodologie pour une évaluation participative rapide des ressources avec indicateurs de durabilité

La pression pour satisfaire les besoins à court terme en nourriture, combustible et fibres de populations rurales et urbaines toujours croissantes masque souvent les préoccupations à long terme relatives aux ressources naturelles. Pour préserver une population et son environnement (physique, écologique et culturel), il est indispensable d'appliquer des techniques participatives rapides d'évaluation des ressources afin de déterminer si un système est en équilibre et s'il le restera indéfiniment. Nous proposons une méthode d'investigation systématique permettant d'identifier la hiérarchie des facteurs restrictifs susceptibles de menacer la durabilité d'un environnement, d'un projet, d'une intervention technologique ou d'un intrant donné. On distingue les symptômes du/des problème(s) sous-jacent(s). Cette méthodologie reconnaît que les croissances indéfinies de productivité ne peuvent être soutenues sans quelques échanges à l'intérieur de et entre les sphères physiques, écologiques, socioculturelles et économiques. Elle permet d'identifier les indicateurs de durabilité et distingue clairement les points d'achoppement.

Introduction

In many developing countries, increasing human populations and the fragility of the resource base have adversely affected the stability of the natural environment, in the process threatening the long-term sustainability of agricultural systems and the welfare of rural communities dependent on them (Brown 1981). Pressures to meet short-term needs for food, fiber, and fuel often override concerns for long-term natural resource conservation and protection of the environment (Robinson 1988). The needs of today are so great that thoughts of tomorrow seem insignificant in comparison. The problem is often further exacerbated by rising expectations and greater demands of urban populations with ever-increasing purchasing power (Daly, Cobb 1994). More energy- and chemical-intensive processing techniques for food, fiber, and fuel may also produce adverse environmental consequences (Georgescu-Roegen 1993). On a global scale, signs of degradation in biophysical and cultural systems are evident in the occurrence of such phenomena as deforestation, desertification, salinization, erosion, overgrazing, chemical contamination, and the loss of biodiversity (National Research Council 1993; Ehrlich 1988). At the same time, the persistence of poverty and famine, increased migration and cultural erosion, and disproportionate use and abuse of biomass and energy by the affluent are symptomatic of

cultural degradation and increasing stress within human populations (Kothari 1990).

Agricultural practices have often been cited as one of the chief causes of deterioration of the natural environment (Ruttan 1993). In recent years, the expansion of agriculture into fragile ecosystems, as well as the use of high-input production systems and energy-intensive postharvest practices have been recognized as factors contributing to the declining health of natural systems (Kartasubrata 1993). For this, both developed and developing countries are held equally responsible. Therefore, the need for resource assessment is equally strong in the developed and developing world. Conservation of both renewable and nonrenewable resources requires the development of sustainable production practices based on a sound procedure for resource assessment. This paper presents a framework for such a procedure.

A central theme of the paper is that sustainable agriculture and rural development are possible only when affected communities feel these approaches are necessary and actively apply them with appropriate assistance from outside agencies. Due to the complexities of integrating natural and human systems, quantifiable participatory methods of environmental assessment and appraisal have not yet been fully developed (Flora 1992). Such methods must account for interactions among physical, ecological, economic, and sociocultural factors that are relevant to the sustainability of natural systems and human societies in a way that is meaningful to people in the affected areas, not only because the methods are congruent with their beliefs and values, but because they themselves have contributed to the assessment process. This paper attempts to identify readily applicable parameters for resource assessment and encompasses each of the four broad spheres noted earlier. It also suggests participatory methods for measuring the combined effects of these factors in a given natural and social setting.

Context and Purpose: Blending two Methods for Rural Appraisal

The physical, ecological, economic, and sociocultural components of agricultural systems interact in complex ways. Studying these systems from a holistic perspective has become an important part of the analytical process in agricultural sciences (Jones, Wallace 1986). Systems-oriented research attempts to overcome the reductionist tendencies of disciplinary research by emphasizing the interrelationships among these various components in any concrete setting. Computer technology and expert systems methodology offer additional tools for modeling these time- and space-related simulations (pers. comm. Hart et al 1994).

As part of this trend towards systems research, two analytical methodologies—rapid rural appraisal (RRA) and participatory rural appraisal (PRA)—have been developed. While the latter is considered to be an offshoot of RRA (Odour-Noah et al 1992), the two have begun to show signs of drift, a situation that is not conducive to providing guidelines for achieving sustainable agricultural development. While RRAs are conducted by outside experts with limited involvement of the affected community (Mohammed 1990), PRA depends largely on indigenous community knowledge to assess the natural and social environments of the locality in question (Narayan 1993). A key difficulty with RRA is that it does not adequately empower local communities to participate in defining their problems and seeking needed solutions, nor does it make effective use of indigenous knowledge capable of explaining all aspects of a community's physical, ecological, and sociocultural environments from the standpoint of the local residents themselves. Unless the community is involved in every aspect of assessing and interpreting their environment, the picture is not complete. For sustainable resource practices to be adopted, it is essential that the community participates and the best possible outside help is sought to analyze the problem and seek desired solutions.

While the above reflects the basic tenet of PRA, in practice it often does not utilize fully the entire range of scientific knowledge potentially available for addressing the problems at hand. Another key shortcoming with this approach is that rural communities may not have the luxury of long-term vision when day-to-day survival is the major concern (Robinson 1988). The global information gap between rich and poor countries further limits the ability of local populations to define options for bringing about desired change.

We propose to build upon the integrated RRA and PRA methodologies to develop indicators of sustainability for the agricultural and natural resource bases of a given community or local area. By understanding the interrelationships among physical (all aspects of physical resources), ecological (all aspects of biological resources), sociocultural (all aspects of human condition, including cultural resources), and economic (all aspects of local and external economic factors) dimensions of their life situation, farmers and others in rural communities can attain and sustain a higher quality of life without compromising the natural resource base. In our view, this may best be achieved by developing indicators of sustainability for each of the above four spheres and facilitating their translation into guiding principles for agricultural and resource production systems that are (a) compatible with demographic pressures and may contribute to relieving them, (b) conducive to sustaining a viable resource and environmental base, and (c) measured and, if necessary, refined via a process involving ongoing interactions with local community residents, so that the meaning of such indicators is understandable in appropriate terms and makes sense within the appropriate cultural fabric. Beyond that, the proper management of resources, identified under the four distinct spheres, becomes the key to attainment of true balance and long-term sustainability.

In any production system, continued emphasis on maximizing short-term returns cannot be sustained indefinitely without stressing one or another component of that system. Something has to give. The assessment framework outlined in this paper is designed to help identify such stress points and constraints. In so doing, it may yield

early warning signals of system components that will likely become limiting. This would facilitate the identification of alternative strategies that may ensure that a balance is maintained between needs and resources for local communities with minimum dependence on inputs from external sources. At the same time, all interventions have a cost, be it biophysical, social, fiscal, or more likely, some combination of the above.

As a basis for identifying interventions, this framework will also help a community identify the pros and cons of the price to be paid for a desired change.

Participatory Rapid Rural Assessment (PRRA): A Methodological Framework

This framework is intended to help identify and assess a number of important components of the natural resource base and the economic and sociocultural setting of agricultural production and rural development. The following discussion first lists the indicators of sustainability that will be appropriately employed within the framework. Attention then turns to the process of participative assessment and the logic of participative evaluation that form the core of this methodology.

Indicators of Sustainability

We propose a stepwise inquiry into the sustainability of agricultural and other resource-related practices in a particular locality or area. The purpose here is to identify the nature and severity of factors that could be threatening and/or limiting to the sustainability of a given environment, community, resource-related practice, and so on, in a particular geographic setting. In simple terms, we assume sustainability to represent an indefinite balance between resources and needs. Whether such a balance (or lack thereof) exists would be measured using sets of indicators for the physical, ecological, economic, and sociocultural spheres noted earlier. The parameters to be employed in this framework will vary depending on the location, project scope and purpose, the degree of visible resource deterioration, and other varying factors. Table 1 lists some of the quantifiable parameters that will be used to measure the balance (sustainability) of a given system.

Participative Assessment and Evaluation

This framework is designed to be applied through the interaction of rural communities with scientists, extension agents, and policymakers. Participatory rapid resource assessment (PRRA) methodologies are flexible when applied to agriculture and rural development, and sets of indicators and data-gathering procedures may be tailored to specific situations. Indigenous knowledge, interpretations of needs by members of the local community, and their perceptions of sustainability and growth, form the cornerstone of the methodology. The community is thus fully involved at every stage of the assessment. The process involves the following steps:

– 1. A first concern is that of formulating a careful definition of the issue, challenges, or opportunity, including the geographical area to be monitored, the groups and/or communities living in that area, and the type of project or intervention under consideration. Primary and secondary data collected from reliable sources will help form the basis for the definition and scope.

– 2. The support and participation of members of the rural community, specialists in relevant subject areas, and policymakers are essential to the definition of issues and all

Table 1. Indicators from four distinct and interacting spheres that may limit sustainability.[a]

Physical indicators	Ecological indicators	Economic indicators	Sociocultural indicators
Soil: erosion, water/wind, salinity, alkalinity	Biodiversity	Equity	Migration
Water: aquifer recharge, drought, flood	Crop yields and animal productivity	Employment	Knowledge: indigenous, academic
Air: quality	Soil quality: organic matter, macro/micro organism contamination	Trade	Nutrition
Time	Water quality: salinization, contamination	Credit	Status of women
Climate as a resource: predictability, change	Deforestation	Risk aversion	Status of children
Geological/Topographical: parent material	Status of fragile lands	Markets	Landlessness, land tenure
	Postharvest: pests, chemical residues	Pricing	Decision making
	Native vegetation and habitats	Incentives	Quality of life
		Portion of income spent on food	Age distribution
		Social security	

a. This list is by no means exhaustive, nor are the indications given in order of any priority.

subsequent phases of the project (Narayan 1993). Of key importance here is achieving consensus among, on the one hand, technical and policy specialists, and on the other, members of the community, regarding the nature of the problem or opportunity, the need for resolving it, and the actions of local residents that contribute to resolution of the problem, including benefits to be derived from adopting those actions by individuals and the local community. This entails striving for congruence between the perspectives of technical specialists and local residents. A basic tenet of PRRA is that 'participation' not only involves facilitating the involvement of local residents in all aspects of the project, but also the active efforts of technical and policy specialists to become involved in—via interpretation and understanding—the lives of peoples shaped by unique cultural traditions and systems of meaning.

– 3. The plan of work which is developed must be achievable within a specific timeframe, be well defined in scope, and include all appropriate methodologies.

– 4. The assessment should be conducted using a multidisciplinary team with the active involvement and commitment of the rural community. Indigenous knowledge and interpretations would be solicited and incorporated within (or parallel to) the scientific knowledge base (Rolston 1990). Mechanisms to ensure ongoing dialog between experts and community members will be incorporated within the structure of the assessment framework. Such a communicative infrastructure is essential for maintaining the continuity of technical/policy and community interpretations regarding the significance of the project, both during its life and on a long-term basis.

– 5. Figure 1 presents a stepwise flow chart for guiding interpretation of results to determine the balance (sustainability) of the system in question. Feedback relations are designed to ensure that project interpretation and implementation do not simply reflect a one-time exercise, but become part of an ongoing process contributing to long-term resource and community stability.

– 6. The specific recommendations generated by the project would serve the dual purpose noted above of promoting rural development and sustaining a viable natural resource base.

– 7. With respect to the application of recommendations, the above steps are designed to remedy some persistent difficulties characterizing the present system of rural assessment and development. They reflect the fact that decisionmakers are generally not the ones affected by the decision, nor are they accountable for negative impacts of development efforts on the community or natural environment. Since the rural community must live with the recommendation(s), and since the consequences of intervention have a serious and direct impact on their lives and livelihoods, the rural community will be accountable and responsible in equal measures. The extent to which communities claim responsibility for project accomplishments is thus recognized as a direct and critical factor in their motivations to assume accountability for its continued effectiveness. Regarding the latter, this suggests that a pattern of ongoing, periodic interactions between technical/policy specialists and community members be incorporated within the structure of the overall project.

The following points further elaborate upon the basic methodology described above:

- The structure of the procedure ensures that local participants play a central role in the assessment process.
- A clear distinction is made between symptoms and causes of problems so that the former are not erroneously identified as causes of unsustainable situations. Diagnostic analyses would be designed to reveal this distinction.
- The prescriptions for rectifying such problems will emphasize that solutions need to be sought locally before seeking outside inputs, except for experience and technical knowledge.
- Solutions will inevitably involve costs and tradeoffs of biophysical, fiscal, and/or social nature. The assessment framework is designed to help identify these tradeoffs, opportunity costs, and related consequences.
- A variety of natural and social processes involving, but not limited to (a) the frequency and scale of natural catastrophes, (b) existing patterns of resource allocation and trade, (c) externalities generated by various economic activities, and (d) alternative approaches to technology transfer are all factors that must be taken into consideration within the diagnostic framework.
- The significance of feedback mechanisms regulating biophysical and social processes is also an important focus within the diagnostic framework.

All of the above points reflect a basic tenet of PRRA, ie, that the recommendations generated by the assessment process, which may be (and traditionally have been) viewed as the 'end' of a given assessment effort, must ultimately become part of an ongoing process. With this process sustainability may be achieved, which will, in turn, require periodic feedback mechanisms through which technical specialists and local communities jointly evaluate and, if necessary, modify and improve upon the recommendations.

Benefits and Applicability of the PRRA Methodology

First and foremost, the application of participatory rapid resource assessments are geared towards bringing about the kind of natural and social environment that will enable people and communities in diverse settings to develop their full potential as human beings. This requires a natural world capable of providing a sustainable resource base, and a social world within which relations are freed from the straitjacket of basic sustenance needs, and people are thereby empowered to grow and develop within the symbolic richness of their ethnic and cultural heritages. Part of that richness is the sense of responsibility and self-determination that go with forging individual and social futures, and it is this capacity, inherent in all human beings, that PRRA seeks to foster.

The data and information generated by PRRA will also benefit decisionmakers from grassroots rural level to global community level. Such information will be tailored for pre-

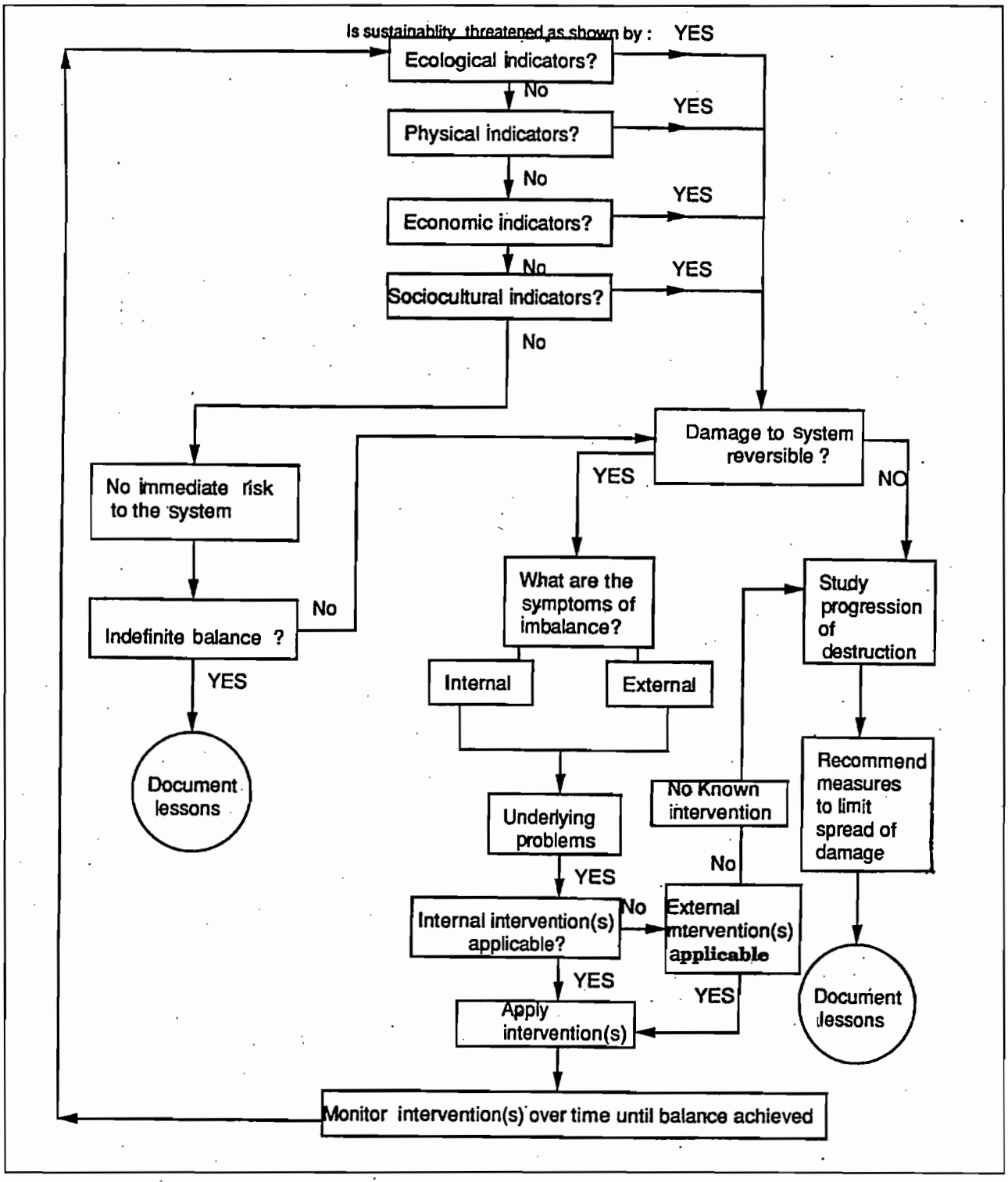


Figure 1. *Stepwise analysis for sustainability.*

and post-project evaluations, and for subsequent monitoring and path adjustments of implemented recommendations. The methodology will also benefit those involved in the exercise by fostering the integration of various disciplines. In addition, the involvement of the rural community in all stages of PRRA will provide educational opportunities for grassroots workers in the area of sustainable development.

The flexibility of the PRRA framework is designed to ensure that it may be applied in a wide variety of natural and social settings. Some of these include:

- assessing the sustainability of a given resource system with the aid of specific ecological, physical, economic, and sociocultural indicators;
- planning, monitoring, and evaluating development projects, policies, and/or programs incorporating environmental and natural resource management concerns;
- monitoring the environmental and social effects of agricultural and forestry practices, balancing productivity and sustainability;

- directing research for environmental projects and the field testing of alternative technologies (proactive research);
- choosing appropriate interventions to rehabilitate or reclaim resources, and monitoring the effects of such efforts (reactive research);
- conserving and preserving fragile ecosystems, including the protection of physical, biological, and cultural diversity;
- strengthening the institutional and human resources involved in promoting sustainable development at local, regional, national, and international levels;
- providing valuable input to political and legislative decisionmakers concerning matters involving the status and management of natural resources.

Concluding Remarks

This paper is part of a larger work in progress. Its principal objective has been to present a framework for assessing conditions in a rural locality by: (a) constructing a balance sheet of assets and liabilities that includes both biophysical and human dimensions and is amenable to being applied within a context of sustainable development; and (b) identifying and tracing the key factors—natural or social, local or extra-local in origin—that may be hindering the attainment of sustainable development in a given rural locality. A basic tenet embodied within this framework is that participation of affected populations is crucial to both the diagnosis of problems and prescriptions for their resolution. We are presenting this work at the International Symposium on Systems-Oriented Research in Agriculture and Rural Development to seek valuable feedback from systems analysts. We would appreciate comments and suggestions that may contribute to enhancing the effectiveness of this methodology as a tool for sustainable resource development for wider use.

References

Brown L. 1981. Building a sustainable society. Worldwatch Institute. 434 pp.

Daly H, Cobb Jr J. 1994. For the common good. Beacon Press. 534 pp.

Ehrlich P. 1988. The loss of diversity: causes and consequences. Pages 21—28 *in* Biodiversity (Wilson EO, ed.).

Flora C. 1992. Building sustainable agriculture: a new application of farming systems research and extension. Journal of Sustainable Agriculture 2:37—49.

Georgescu-Roegen N. 1993. Selections from Energy and economic myths. Pages 89—113 *in* Valuing the earth: economics, ecology, ethics (Daly H, Townsend K, eds.).

Jones J, Wallace B. 1986. Social sciences in farming systems research. Pages 1—21 *in* Social sciences and farming systems research (Jones J, Wallace B eds.).

Kartasubrata J. 1993. Indonesia. Pages 393—439 *in* Sustainable agriculture and the environment in the humid tropics. National Academy Press.

Kothari R. 1990. Environment, technology and ethics. Pages 27—36 *in* Ethics of environment and development: global challenges, international response (Engel J, Engel J, eds.).

Mohammed A. 1990. Rapid rural appraisal: concept, methods, applications. Bangladesh: Agricultural Economics and Rural Sociology Division, Bangladesh ARD. 124 pp.

Narayan D. 1993. Participatory evaluation: tools for managing changes in water and sanitation. World Bank Technical Paper, Number 207. World Bank.

National Research Council. 1993. Agriculture and the environment in the humid tropics. Pages 21—65 *in* Sustainable agriculture and the environment in the humid tropics. National Academy Press.

Odour-Noah E, Asamba I, Ford R, Wichart L, Lelo F. 1992. Implementing PRA: a handbook to facilitate participatory rural appraisal. Clark University. 66 pp.

Robinson M. 1988. Are there alternatives to destruction? Pages 351—366 *in* Biodiversity (Wilson EO, ed.).

Rolston H. 1990. Science-based versus traditional ethics. Pages 63—77 *in* Ethics of environment and development: global challenges, international response (Engel J, Engel J, eds.).

Ruttan V. 1993. Research to meet crop production needs: into the 21st century. Pages 3—10 *in* International crop science I (Buxton D, Shibles R, Forsberg R, Blad B, Asax K, Paulsen G, Wilson R, eds.).

Etude expérimentale de systèmes de production en grande culture

Viaux P. ; Lemaitre G. ; Gouet J.P. ; Robert D.
ITCF, 91720 Boigneville, France

Résumé

L'exploration de nouveaux systèmes de production en grande culture est devenue indispensable en Europe occidentale, particulièrement en raison de la réforme de la Politique agricole commune de l'Union européenne, qui aboutit entre autres à une baisse brutale de 30 à 50 % du prix des produits agricoles. Pour étudier la faisabilité et la viabilité de nouveaux systèmes de production, nous avons testé une démarche en quatre étapes : construction de plusieurs prototypes de système avec leurs règles de fonctionnement, calcul de l'impact économique et environnemental, étude de faisabilité sur le terrain en grandeur réelle, analyse des écarts prévu-réalisé. Ce travail pluridisciplinaire s'est révélé très riche en informations. La première étape a conduit à étudier sur le terrain, durant 3 ans, quatre systèmes, "référence", "technique +", "hectare +", et "intégré". L'analyse des résultats obtenus porte aussi bien sur la faisabilité des règles de décision appliquées à chaque système que sur le résultat économique. On montre que les marges nettes par hectare sont très voisines d'un système à l'autre et que la marge nette d'exploitation de "hectare +" et "intégré" est meilleure que la référence en raison d'une meilleure productivité du travail. Par contre, la variabilité de ces deux derniers systèmes est plus grande en raison d'une moins bonne maîtrise technique. L'étude se poursuit pour mesurer, sur le long terme, l'impact de ces systèmes sur l'environnement.

Mots clés

Grande culture, système de production, système intégré.

Abstract

Experimental Study of Large-Scale Farming Systems

The new common agricultural policy of the European Union has led to a sharp fall of 30 —50 % in agricultural commodity prices. New systems for large-scale crops urgently need to be explored. A four-step method for evaluating the feasibility and viability of new farming systems was tested. It involved : design of several prototype systems including the decision making processes ; assessment of the economic and environmental impact ; on-farm feasibility studies ; and analysis of the gap between predicted and actual results. This multidisciplinary effort generated considerable information. In the first step, four systems (reference system, "technique +," "hectare +," and "integrated") were studied for 3 years. Feasibility of the decision making processes linked to each system was examined in addition to the economic results. Although net margins per hectare were comparable for all systems, net farm income from "hectare +" and "integrated" systems was higher than that from the reference system because of better labor productivity. However, results of the two systems showed greater variability owing to lower technical capacity. Studies on the long-term environmental impact of the systems are under way.

Introduction

En Europe occidentale, l'exploration de nouveaux systèmes de production a suivi le rythme d'évolution de la conjoncture. Très longtemps stable ou peu variable, cette conjoncture a généré une demande relevant d'un processus évolutif et non révolutif. Ceci a entraîné un approfondissement des techniques élémentaires afin de mesurer leur contribution au maintien de la pertinence technique et économique du système classique de production, plus souvent appelé modèle intensif.

L'évolution rapide de la conjoncture, visible aujourd'hui avec la mise en œuvre des règles de la nouvelle Politique agricole commune (PAC) de l'Union européenne et des contraintes environnementales, provoque une tout autre demande. La baisse de 30 à 50 % des prix des denrées agricoles payés aux producteurs, accompagnée d'indemnités compensatoires à l'hectare, la mise en place de jachère obligatoire sont autant de nouveaux éléments à intégrer au raisonnement des systèmes. Face à cette explosion de nouveaux besoins, l'étude de systèmes pouvant répondre à diverses stratégies, comme l'extensification en zone à faible potentiel (Papy et Viaux 1990), les systèmes "intégrés" (Vereijken et Viaux, 1990) dans

les zones à environnement dégradé, etc., paraît être une nécessité.

L'exploration de nouveaux systèmes suppose une démarche rigoureuse qui comprend quatre grandes étapes : l'élaboration de modèles a priori, intégrant un jeu de contraintes hiérarchisées (milieu, équipement, etc.) et des règles de décision permettant de faire fonctionner le système (Cross *et al.*, 1990), le calcul de l'impact économique du système, le test au champ qui permet d'analyser la faisabilité réelle du modèle, enfin l'analyse des résultats au champ en comparaison avec le modèle "prévisionnel".

L'ensemble de cette démarche a été testé dans notre station expérimentale de Boigneville (France) à partir de 1990.

Matériel et méthode

Notre méthode de travail peut se décomposer en quatre grandes étapes :
- la construction de plusieurs prototypes de système d'exploitation en grande culture ;
- le calcul de l'impact économique et environnemental de ces systèmes par simulation ;
- l'étude de faisabilité sur le terrain des systèmes les plus prometteurs ;
- l'analyse des écarts observés entre le prévu et le réalisé, système par système, cette dernière phase devant permettre d'améliorer le prototype de départ.

La construction des prototypes a nécessité une approche pluridisciplinaire intégrant micro-économistes, machinistes, agronomes, spécialistes de protection des plantes.

Elle passe par les étapes suivantes :
- description du milieu avec ses contraintes en termes de potentialité culture par culture (rendement maximal accessible, rendement le plus fréquent...), mais aussi en termes de risque parasitaire ;
- identification des objectifs généraux concernant la main-d'œuvre disponible, la surface, les équipements, les rotations ;
- description détaillée des itinéraires techniques avec des règles de décision pour chaque intervention prévue.

La première partie de cette réflexion a conduit à définir quelques grands axes pour chacun des systèmes : les rotations, la main-d'œuvre disponible, les équipements nécessaires et leur débit de chantier, la surface de chacune des exploitations.

Chaque système a été construit de manière indépendante pour pouvoir tester sur le terrain la faisabilité du système de culture ; cela supposait d'écrire les itinéraires culturaux pour chacune des cultures de chacune des rotations.

Un itinéraire technique est composé d'une suite de décisions, depuis le travail du sol jusqu'à la récolte. Chaque décision est prise suivant un raisonnement bien précis, adapté au contexte. Ce raisonnement est matérialisé par l'écriture de règles et de leur enchaînement qui permet de prendre en compte les effets sur les autres décisions et les effets au niveau de la rotation.

On a, sur ce sujet, consulté de très nombreux auteurs qui, même si leur approche du problème est très différente, ont tous pour objectif de formaliser les règles de décision. Les problèmes de décision en général : Attonaty et Chatelin, comm. pers., 1993 ; Bergeron et Martel, 1989 ; Grenier, 1990. Une approche "agronomique" des décisions : Limaux, 1989, 1991 ; Dumas, 1990 ; Papy, 1993 ; Meynard, 1989. Une approche "modélisation" des décisions : Attonaty et Chalelin, comm. pers., 1993 ; Cerf *et al.*, 1990 ; Cerf, 1990 ; Chatelin *et al.*, 1993 ; Maes et De Pontbriand, 1989 ; Vannier, 1990 ; qui peut aller jusqu'à l'utilisation de l'intelligence artificielle : Cros *et al.*, 1990 ; Rellier et Chedru, 1992 ; Martin-Clouaire et Rellier, 1993.

Selon ces auteurs, on peut distinguer des règles pour des décisions stratégiques ou des décisions tactiques et des règles prenant plus ou moins en compte le comportement de l'agriculteur (son raisonnement, son attitude face au risque). Nous avons proposé que chaque règle de décision soit décomposée en trois parties. Voici un exemple tiré de l'expérimentation présentée dans la deuxième partie de cet article à propos du désherbage du blé tendre d'hiver.

- Une fonction : pour quoi faire (cohérence avec les contraintes et objectifs définis) ?

	Système 1	Système 2
Fonction	Eviter la concurrence de toutes les mauvaises herbes	Eviter la concurrence des adventices les plus néfastes

- Un critère de jugement : appréciation quantitative qui permet de constater si la fonction est remplie (assortie d'une certaine flexibilité).

	Système 1	Système 2
Critère	Absence de mauvaises herbes pendant tout le cycle de la culture	0 gaillet *(Gaillium aparine)* 0 folle avoine *(Avena fatua et A. sterilis)* 0 vulpin *(Alopecurus myosuroïdes)*

- Les solutions : il s'agit de décrire les moyens qui vont permettre de réaliser la fonction. Pour que la règle de décision soit applicable et extrapolable, elle comporte deux parties :
- le scénario comprend la description de la situation que l'on peut rencontrer ainsi que les éléments qui vont provoquer la prise de décision (seuils, avertissements, date limite, risques...) (Boulier, 1992) ;
- les actions formalisent les interventions (type d'intervention, date, produit, dose...) que l'on va réaliser sur la parcelle, lorsque l'on se trouve dans un scénario donné. L'action peut également être assortie d'une certaine tolérance, qui précise le délai dans lequel l'action doit être réalisée pour que la fonction soit remplie.

Les solutions sont présentées sous la forme d'un "arbre décisionnel" (Grenier, 1990).

En résumé :
- *si* (scénario 1) *alors* (action 1 et tolérance) ;
- *si* (scénario 2) *alors* (action 2 et tolérance) ;
- *si* (scénario 3) *alors*...

Exemple de solution (après estimation de la flore probable) :
- au stade 3 feuilles du blé : observer la présence des mauvaises herbes et leur stade de développement ;
- si (vulpin ayant moins de 2 feuilles) alors (800 g/ha d'isoproturon) ;
- si (vulpin ayant plus de 2 feuilles) alors (1 000 g/ha d'isoproturon) ;

– si (à un stade plantule) alors (Foxpro à 0,65 l/ha) ;
– si (véronique, *Veronica hederaefolia,* pensée, *Viola tricolor*, au stade 3, 4 feuilles) alors (Foxpro à 1 l/ha) ;
– si (véronique, *Veronica hederaefolia*, pensée, *Viola tricolor,* au stade 6 feuilles) alors (Foxpro à 2 l/ha).

Remarque : 1 l/ha de Foxpro = 260 g de MCPB + 300 g de bifénox + 92 g d'ioxynil.

Un raisonnement analogue permet de décrire les interventions réalisées aux autres stades de la culture, et les éventuels rattrapages.

Dans les règles de décision, on recense les scénarios principaux qui peuvent se présenter dans le contexte que l'on étudie. Cependant, certaines situations sont plus fréquentes que d'autres. Lorsque les règles de décision sont écrites, il s'agit d'identifier les scénarios les plus fréquents ; ils vont donc constituer "le prévu", c'est-à-dire ce que l'on a le plus de chances de faire comme choix dans l'itinéraire technique, qui permet bien, en moyenne, de répondre aux objectifs.

Cette solution la plus probable sera retenue dans les calculs économiques prévisionnels de l'étape suivante.

Cette première étape terminée, il était possible, à l'aide d'un simulateur (SIMU-GC), de calculer les résultats économiques prévisionnels de tous les systèmes et de suivre leur évolution sur plusieurs années, en tenant compte d'hypothèses d'évolution de prix des produits et des charges. Ceci a permis d'une part de mesurer la viabilité économique prévisible de ces systèmes et d'autre part ces simulations ont permis de mesurer la cohérence globale du système. Par exemple, il fallait vérifier si, compte tenu de la surface de l'exploitation, des itinéraires techniques et des débits de chantier des machines, il n'y avait pas de problème de pointes de travail incompatibles avec la main-d'œuvre présente.

Ces deux premières étapes nous ont aidés à choisir les quatre stratégies retenues pour une étude de faisabilité sur le terrain.

L'objectif de la troisième étape était de mesurer la faisabilité de chaque système et de pouvoir, a posteriori, comparer le résultat obtenu au champ (réalisé) au prototype (prévu) dans toutes ses composantes, et dans les conditions d'un agriculteur. Pour réaliser cette troisième étape, il a donc fallu travailler sur des parcelles de grandes dimensions (2 à 5 ha), conduisant à un dispositif total occupant 75 ha, mises en place sur la station expérimentale de Boigneville. Nous pouvions ainsi mesurer aussi bien les débits de chantier réels qu'apprécier la difficulté d'appliquer des règles de décision, ou de mesurer le risque pris sur le long terme.

La dernière étape a consisté à analyser les résultats et à comparer les écarts entre prévu et réalisé, chaque système étant comparé à lui-même. Plusieurs niveaux d'analyse ont été pris en considération : la mise en œuvre des règles de décision, les étapes intermédiaires dans le développement des cultures (nombre de plantes semées, nombre de plantes levées...) et les résultats économiques. Ces derniers ont nécessité l'utilisation a posteriori de l'outil de simulation, utilisé dans l'étape 2, pour recalculer les résultats économiques au niveau d'une exploitation réelle.

L'analyse de ces écarts nous a conduits soit à modifier le prototype quand la réponse technique existait, soit à reprendre des études analytiques permettant d'acquérir de nouvelles références techniques qui seront, au bout de quelques années, introduites dans le prototype à tester.

Enfin, il est nécessaire de préciser quelques points méthodologiques concernant l'étude sur le terrain. Dans une étude de ce type où les surfaces travaillées sont importantes (75 ha), il importe que chaque intervention soit réalisée au moment voulu avec le matériel voulu. Il avait donc été décidé dès le début de l'étude sur le terrain de disposer d'un parc de matériel et de main-d'œuvre suffisant pour pouvoir intervenir si nécessaire sur tous les systèmes en même temps. Cette contrainte est acceptable dans une station expérimentale comme celle de Boigneville où le matériel et la main-d'œuvre existent (le matériel et la main d'œuvre ne sont pas affectés en totalité à cette expérimentation).

Globalement, la méthode utilisée est assez différente de celle proposée par différents auteurs évoqués plus haut, mais chacune des phases est souvent pratiquée par des micro-économistes ou par des expérimentateurs d'itinéraires techniques (J.M. Meynard). Néanmoins, la confrontation des deux a nécessité que se crée un dialogue entre économistes et expérimentateurs de terrain.

Principaux résultats

Les contraintes de milieu et le choix des cultures

L'étude a été réalisée dans un milieu pédoclimatique rencontré dans le sud de l'Essonne. La pluviométrie moyenne est de 653 mm, avec une sécheresse de fin de printemps et d'été assez marquée. Les sols sont de bons limons argileux superficiels voire très superficiels (20 à 60 cm de profondeur). Le sous-sol est constitué de calcaire de Beauce plus ou moins fissuré. Compte tenu de ces conditions, deux rotations ont été retenues :
– pois-blé dur-blé tendre sur les sols moyennement profonds ;
– colza-blé-orge de printemps sur les sols les plus superficiels.

Tous les systèmes ont été étudiés pour fonctionner avec une unité de travail homme (UTH) dont le temps de travail total annuel sur les parcelles est de l'ordre de 1 000 heures.

Pour chacune des cultures, et dans chacun des systèmes étudiés, des rendements objectifs ont été proposés en fonction de la fréquence à laquelle ils sont accessibles. Pour le calcul économique prévisionnel, nous avons tenu compte de rendements accessibles moyens sur dix ans, différents de l'objectif (tableau I).

Description des prototypes et choix des systèmes étudiés

Compte tenu de l'analyse de situation présentée en introduction, les prototypes des quatre systèmes de production ont été retenus.

• Le premier reproduit les pratiques des agriculteurs de la région : c'est notre "Référence". Cette ferme de 120 ha avec 1 UTH utilise des techniques connues et éprouvées. L'objectif de rendement est voisin du potentiel pédoclimatique et accessible deux années sur dix. En matière de travail du sol et d'implantation, il s'agit le plus souvent de techniques classiques avec déchaumage, labour, reprise et semis en

Tableau I. Objectif et rendement moyen (1991, 1992, 1993) par système et par culture.

		Référence			Technique +			Hectare +			Intégré		
	Culture	Objectif (1)	Moyenne prévue (2)	Moyenne (3)	Objectif (1)	Moyenne prévue (2)	Moyenne (3)	Objectif (1)	Moyenne prévue (2)	Moyenne (3)	Objectif (1)	Moyenne prévue (2)	Moyenne (3)
Sols profonds	Pois	55	50	57	55	50	51	55	50	56	45	40	35
	Blé dur	60	55	55	60	55	58	60	55	61	50	44	47
	BTH/blé dur	80	75	83	80	75	79	80	75	78	65	60	62
Sols superf.	Colza *	28	25	24	28	25	19	28	25	19	25	22	16
	BTH/colza	65	63	72	65	63	71	65	63	71	50	55,3	56
	Orge printemps	55	53	63	55	53	62	55	53	55	42	57,5	48

(1) Objectif utilisé pour les itinéraires techniques (accessible 2 années sur 10). (2) Moyenne de rendement prévue sur 10 ans. (3) Moyenne des trois ans. (*) Moyenne des 2 années (colza de printemps et colza d'hiver).

combiné. Pour le désherbage, les produits utilisés visent le "zéro défaut "avec des produits assez polyvalents. La protection fongicide est assez systématique et calée plutôt sur des stades de la culture.

Les études économiques, sur ce premier système, extrapolées sur dix ans, ont montré que le résultat d'exploitation, de l'ordre de 125 000 F en 1990, se dégrade rapidement même en l'absence de la réforme de la Politique agricole commune (PAC). En effet, la baisse des prix des produits érode en permanence les performances économiques de ce système pour le rendre non viable à l'échéance de 1998. En tenant compte des effets de la réforme de la PAC, le résultat atteint 47 000 F en 1995. Les temps de travaux sur parcelles sont, dans ce système, de l'ordre de 8,7 heures par ha (1 044 heures pour 120 ha).

• Le deuxième prototype étudié, "Technique +", correspond à un système où l'on cherche à diminuer les charges opérationnelles pour améliorer la marge brute des cultures. Pour cela, on essaie de mettre en œuvre toutes les dernières connaissances des instituts de recherche. Dans ce système, on donne plus de place aux observations avant les traitements afin de s'adapter au mieux aux besoins des cultures (conditions climatiques, seuils d'intervention).

Cette stratégie, qui fait largement appel à des règles de décision précises, nécessite des temps d'observation des cultures importants et une souplesse dans le choix des produits. Elle ne permet pas, par exemple, de faire des approvisionnements en morte-saison. Par rapport à la référence, l'écart prévisible en matière de charges opérationnelles est d'environ –10 %.

Pour le travail du sol, les machines disponibles sont pratiquement les mêmes que dans la référence, mais on supprime le déchaumage.

Les résultats économiques attendus sont supérieurs de 53 % par rapport à la référence (avant la réforme de la PAC). Les temps de travail sont légèrement inférieurs à ceux prévus dans la référence, 7,5 heures par ha, mais la durée nécessaire aux observations, bien que difficile à apprécier, est plus élevée.

Il est prévisible que le mode de raisonnement utilisé dans cette stratégie soit plus risqué.

• Le troisième prototype étudié, "Hectare +", vise à travailler le double de surface par unité de main-d'œuvre (240 ha au lieu de 120 ha). Ce doublement est rendu possible par recours à un travail du sol simplifié avec semis combiné en un seul passage grâce à un cultivateur rotatif à axe horizontal et semoir "intégré" (l'outil utilisé est un Dutzi). Le reste de la conduite de culture est modifié pour s'adapter à cette méthode de travail du sol et, en particulier, un désherbage chimique devient indispensable en interculture. Etant donné la taille importante de l'exploitation, l'agriculteur décide un certain nombre de traitements d'assurance pour éviter d'avoir trop de temps de surveillance ainsi que des risques d'intervention de correction.

Les règles de décision pour ce qui est des charges opérationnelles sont de ce fait assez différentes de la référence, car on cherche à minimiser le nombre de passages, comme par exemple la fumure PK qui est bloquée sur certaines cultures. Le niveau de charges opérationnelles prévisible est légèrement supérieur à la référence en raison du coût de désherbage supplémentaire dans l'interculture.

Le résultat économique prévisible était, avant réforme de la PAC, presque trois fois plus élevé que la référence. Les temps de travail atteignent 4,6 heures par ha, soit 1 104 heures pour les 240 ha.

• Le dernier prototype étudié, "Intégré", associe le même agrandissement qu' "Hectare +" à une diminution importante des charges opérationnelles. L'objectif de rendement est plus faible que pour les systèmes précédents pour toutes les cultures, ce qui entraîne entre autres une diminution des apports d'azote. En effet, le principe du calcul de la fertilisation azotée par la méthode des bilans reste valable. Seul le fractionnement est parfois modifié pour des raisons liées à la qualité. L'objectif du désherbage est de limiter la prolifération des adventices les plus nuisibles (folle avoine, vulpin, gaillet) et non le "zéro défaut". La protection contre les maladies est raisonnée comme dans le cas de "Technique +", avec des outils de pilotage tels que le splashmètre ou le modèle de prévision de rouille brune. Mais, contrairement à "Technique +", une protection totale n'est pas recherchée.

Le travail du sol et le semis sont réalisés avec un cultivateur rotatif à axe horizontal et semoir intégré (Dutzi) comme dans le cas d' "Hectare +".

Le niveau des charges opérationnelles prévisible est de l'ordre de 1 500 F/ha, inférieur d'environ 35 % au système de

référence. Le résultat économique prévu atteint 226 000 F pour un temps de travail total sur parcelles de 1 056 heures (4,4 heures par ha).

Le tableau II résume la description des quatre prototypes étudiés ainsi que les effets attendus sur un certain nombre de critères : rendement, résultat d'exploitation, sensibilité du système et impact sur l'environnement. Ce tableau a été publié dès 1990 à la suite des travaux préliminaires réalisés. Il est complété par un exemple simplifié de règles de décision telles qu'elles ont été décrites pour le blé tendre dans les différents systèmes (tableau III).

Faisabilité des règles de décision : évolution des prototypes

Travail du sol, implantation et gestion de l'interculture

Dans le système "Technique +", il était prévu de supprimer systématiquement le déchaumage. Cette pratique s'est avérée problématique essentiellement en sol superficiel car la paille du précédent cultural restait en surface, ce qui entraînait des bourrages de la charrue. A partir de la campagne 1993, un déchaumage au vibroflex a été réintroduit sur sol superficiel.

Dans "Hectare +" et dans "Intégré", les stratégies choisies se sont traduites par des difficultés d'implantation, principalement pour les cultures de printemps mais aussi, dans une moindre mesure, pour les cultures d'automne. Concrètement, les taux de perte à la levée ont atteint en moyenne 50 % pour les cultures de printemps et 30 % pour les cultures d'automne, les niveaux prévus étaient respectivement de 30 % et 25 %. Par ailleurs, une partie des graines étaient mal positionnées ou même restées en surface, ce qui s'est traduit par des mauvais enracinements et un mauvais développement des plantes.

Ces phénomènes étaient dus en partie aux andains de menue paille et de balles créés par la moissonneuse-batteuse. Malgré l'utilisation d'un broyeur grande largeur après récolte, la paille était mal broyée, et insuffisamment éparpillée pour permettre un semis de qualité en un seul passage.

Par ailleurs, le désherbage de l'interculture, réalisé à la même date pour toutes les cultures, s'est révélé trop tardif pour les implantations d'automne et trop précoce pour les implantations de printemps nécessitant une deuxième intervention.

A la suite de ces observations, les stratégies ont été revues dès 1993 ; ceci a conduit pour "Hectare +" à couper plus court les pailles et à ajouter un éparpilleur sur la moissonneuse-batteuse. De plus, on a réalisé systématiquement un déchaumage avec le Dutzi juste après la récolte, afin de faciliter la décomposition des pailles. Un désherbage chimique a été maintenu mais mieux positionné. Pour le système "Intégré", la même stratégie a été reprise mais, pour limiter l'utilisation de désherbant et pour maintenir la parcelle propre, il a été décidé de réaliser plusieurs déchaumages mécaniques.

Contrôle des adventices (figure 1)

Nous savions par avance qu'on pouvait s'attendre à des difficultés croissantes en passant du système "Référence" au système "Intégré". En effet, la maîtrise du désherbage dépend d'une part du choix des techniques de travail du sol, et d'autre part de l'objectif global recherché (zéro défaut ou tolérance de certaines espèces).

Dans le système "Référence", les objectifs, en ce qui concerne la maîtrise des adventices, peuvent être considérés comme atteints dans tous les cas. Néanmoins, les coûts prévus ont été généralement supérieurs aux prévisions en raison, essentiellement, de plusieurs interventions de rattrapage, et aussi en raison d'importants développements de folles avoines.

On observe le même phénomène avec le système "Technique +", c'est-à-dire une sous-estimation globale de la flore présente (folle avoine, rénouée, liseron) et donc une sous-estimation du coût global de désherbage. Néanmoins, l'écart prévu réalisé est moins important grâce à des réductions de doses appliquées quand les conditions climatiques le permettent.

Pour "Hectare +", les coûts de désherbage prévus étaient plus élevés à la fois en raison de l'absence de labour et de la maîtrise nécessaire des adventices dans l'interculture, mais aussi en raison du choix stratégique visant un désherbage en un seul passage. Pour atteindre l'objectif de "zéro mauvaise herbe", il est apparu quelques difficultés. Dans l'interculture d'abord, où la vitesse d'apparition des mauvaises

Tableau II. Description des prototypes et effets attendus par rapport à la référence.

	Description des systèmes étudiés				Effets attendus/Référence				
	Surface	UTH	Travail du sol	Conduites charges opérationnelles	Rendement	Résultat d'exploitation	Nombre d'ha par UTH	Environnement	Sécurité
Référence	120 ha	1	Conventionnel (labour)	Conventionnelle					
Technique +	120 ha	1	Conventionnel (labour)	ITCF ↘	=	+	=	+	−
Hectare +	240 ha	1	Simplifié (CRAHSI)*	=? +	=? -	++	↗ 50 %	?	=
Intégré	240 ha	1	Simplifié (CRAHSI)*	− 35 % ↘↘	−− (− 15 à − 20 %)	+	↗ 50 %	+++	−−

(*) CRAHSI : cultivateur rotatif à axe horizontal et semoir intégré.

Tableau III. Présentation simplifiée des règles de décision. Exemple du blé tendre.

Référence	Technique +	Hectare +	Intégré
		Objectif de rendement	
Accessible 2 années sur 10	Accessible 2 années sur 10	Accessible 2 années sur 10	Accessible au moins 1 année sur 2
		Interculture	
1 à 3 déchaumages – fonction du salissement	Broyage des chaumes – pour faciliter le labour	Broyage des chaumes – indispensable avec Dutzi	Broyage des chaumes – indispensable avec Dutzi
	Pas de déchaumage – diminution temps travaux – diminution charges mécaniques	Chimique – nombre de passages fonction du salissement – diminution temps travaux	Mécanique – nombre de passages fonction du salissement – environnement (moins d'herbicides)
		Implantation	
Labour	Labour (sauf derrière précédent pois et colza)		
Reprise (culture printemps)			
Semis combiné	Semis combiné	Semis Dutzi (avec pattes d'oie)	Semis Dutzi (avec pattes d'oie)
		Désherbage	
0 mauvaises herbes	*0 mauvaise herbe*	*0 mauvaise herbe*	*0 vulpin, 0 gaillet, 0 folle avoine*
Choix du produit – fonction flore connue	Choix du produit – fonction flore présente	Choix du produit – complet	Choix du produit – fonction flore connue
Dose conseillée par la COOP	Dose adaptée – fonction stade adventices, conditions climatiques	Dose sécurité conseillée par la COOP	Dose adaptée – fonction stade adventices, conditions climatiques
Possibilité de repasser	Notion de risque faible	1 seul passage	
Recherche de sécurité		Recherche de sécurité	Notion de risque plus important
		Fongicides	
2 systématiques (+ 1 si fort potentiel et humidité élevée)	*0 à 2*	*2 systématiques*	*0 à 1*
1 à 2 nœuds – piétin – oïdium – septoriose	Fonction de seuil et d'outils de prévision – piétin : kit Dupont – oïdium : seuil	2 nœuds – piétin – oïdium – septoriose	Au plus tôt stade 8 – septoriose : splashmètre – rouille : modèle rouille brune
Epiaison – rouille – septoriose	– septoriose : splashmètre – rouille : modèle rouille brune.	Epiaison – rouille – septoriose	et le plus tard possible
Eventuellement post-épiaison (contact)		Eventuellement post-épiaison (contact)	
Produit-dose adaptés à l'époque à la dose conseillée	*Pleine dose, produit performant*	*Produit-dose adaptés à l'époque à la dose conseillée*	*Produit-dose ajustés en fonction du besoin de persistance*
		Azote	
Méthode des bilans basée sur un conseil au niveau régional	Méthode des bilans à la parcelle (reliquat à la parcelle)	Méthode des bilans à la parcelle (reliquat à la parcelle)	Méthode des bilans avec objectif de rendement plus faible (reliquat à la parcelle)

herbes est très dépendante du climat et de la nature du précédent (le pois et le colza laissent des parcelles qui se salissent plus vite que les céréales à paille). Des interventions trop tardives sur des mauvaises herbes bien développées demandent d'utiliser des doses plus élevées de produit. Dans les cultures, on a vu se développer du gaillet qui n'était que rarement présent sur la station de Boigneville. Par contre, jusqu'ici le brome stérile a pu être maîtrisé sans intervention particulière.

Dans le système "Intégré", le souci de réduire fortement les coûts nous avait conduits au départ à réaliser des impasses ou des traitements partiels sur des cultures (traitement des tours de champs à l'isoproturon contre le vulpin, par exemple). Cette stratégie, appliquée en 1991, a conduit à des infestations de mauvaises herbes importantes en 1992, ce qui a nécessité des interventions énergiques et coûteuses, essentiellement contre la folle avoine et le gaillet. Néanmoins, en 1993, il semble que l'on est revenu, sinon au niveau prévu initialement, du moins à un niveau acceptable tout en respectant notre règle de décision qui consiste à ne pas détruire toute la flore présente.

Le choix de l'entretien mécanique de l'interculture a permis, à partir de 1993, de réduire les coûts de désherbage chimique, sans pour autant que l'on puisse les réduire à

zéro, comme c'était prévu pour 1993. En effet, pour les cultures de printemps, il est difficile de maintenir la parcelle propre dès que les pluies d'automne s'installent ; car, pour être efficace contre les mauvaises herbes, un travail mécanique doit être suivi de quelques jours de beau temps. L'utilisation des prévisions météorologiques doit être suffisante pour intervenir à bon escient. D'autre part, dans ce système, on voit se développer des gaillets, dont la maîtrise est difficile car les levées sont parfois tardives dans la culture, et des chardons qui risquent, à l'avenir, de nécessiter des interventions spécifiques.

Protection contre les maladies (figure 2)

Il faudrait présenter les résultats obtenus pour la protection contre les maladies culture par culture et tenir compte des variations interannuelles de pression de maladies. Il est bien évident que nos prévisions dans ce domaine s'appuyaient sur le risque le plus probable d'apparition des maladies dans le contexte climatique de Boigneville. Par exemple, sur blé, dans le système "Référence", il était prévu deux traitements (début montaison et épiaison) et éventuellement (une année sur deux) un traitement complémentaire avec un produit de contact en cas d'attaque tardive prévisible en année humide. Les conditions climatiques des trois années d'expérimentation ayant plutôt été peu favorables aux maladies, il était logique que les coûts de fongicide soient systématiquement inférieurs aux coûts prévus, quel que soit le système étudié.

Cependant, dans "Technique +", l'utilisation de seuils d'intervention entraîne de plus grandes variations des coûts, ce qui est normal, avec aussi une augmentation du risque de mauvaise maîtrise (blé 1993).

Dans "Hectare +", la stratégie conduit à des interventions plus systématiques qui ont procuré une bonne maîtrise des maladies dans tous les cas, avec malgré tout des économies de produit grâce à quelques réductions de doses.

Dans "Intégré", les implantations légèrement retardées et les doses d'azote plus faibles laissaient prévoir un risque de maladie plus faible. Généralement, sur céréales, un seul traitement a été nécessaire et parfois même à dose réduite avec une protection conforme aux objectifs. Sur pois, l'absence de modèle de prévision nous a conduits à faire un traitement préventif en 1993.

Protection contre les ravageurs

Sur le plan économique ce poste pèse assez peu quel que soit le système et les écarts "prévu-réalisé" sont apparemment peu importants. Néanmoins, l'application de règles de décision dans ce domaine s'est révélée relativement difficile.

Analyse des rendements obtenus (tableau I)

Globalement, on peut considérer que 1991 et 1993 sont de bonnes années et que 1992 est plutôt une mauvaise année. Cette première remarque permet de relativiser l'analyse des écarts "prévu-réalisé" pour chaque système. Les rendements dans le système "Référence" sont généralement supérieurs au niveau prévu (8 % en moyenne). C'est le cas du blé tendre (+ 13 %), de l'orge (+ 16 %) et du pois (+ 14 %). Par contre, le blé dur a un rendement égal à celui prévu. Pour le colza, les mauvaises conditions d'implantation à l'automne 1992 ont nécessité de ressemer un colza de printemps pour

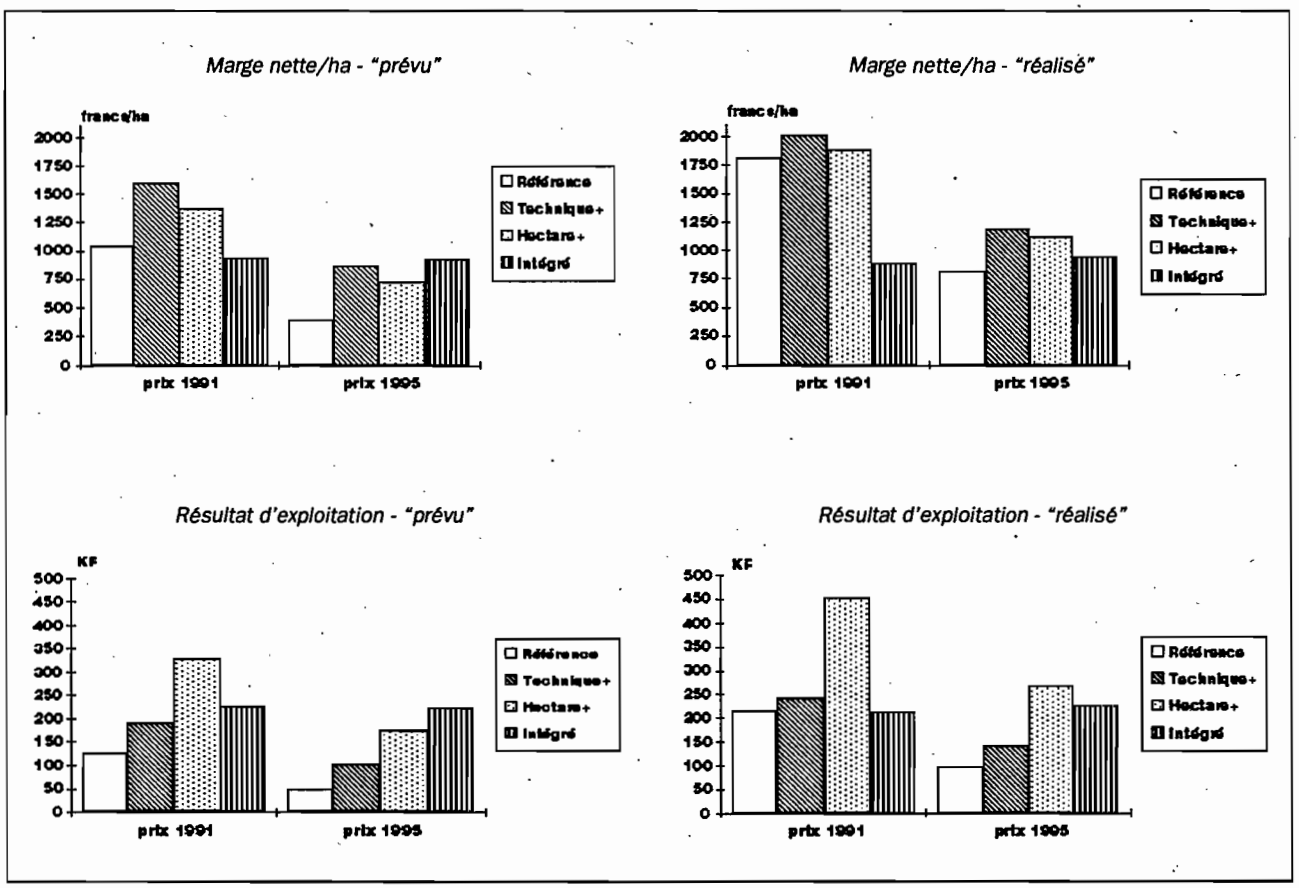


Figure 1. *Résultats économiques "prévu" et "réalisé". Moyenne 1991, 1992, 1993.*

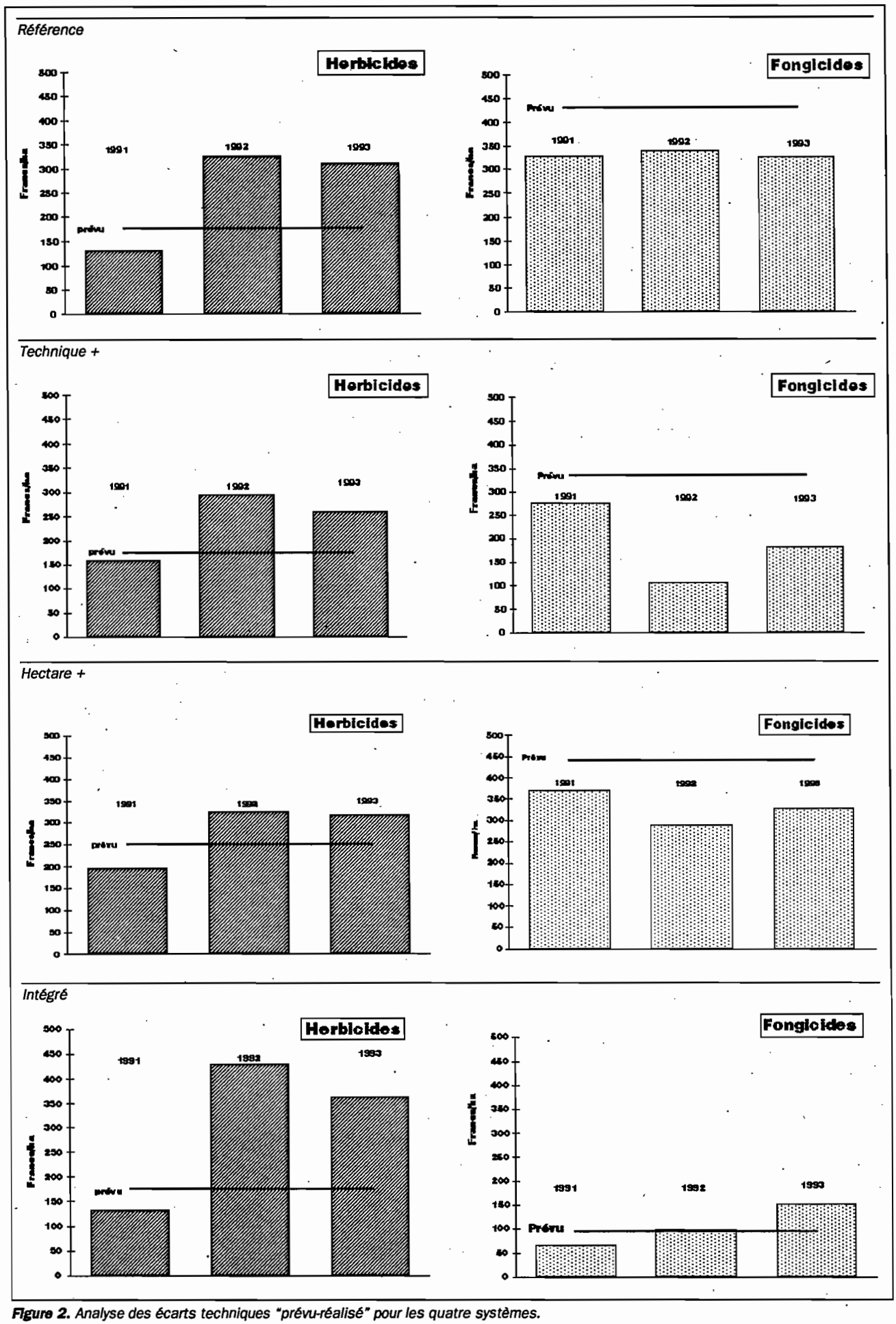


Figure 2. *Analyse des écarts techniques "prévu-réalisé" pour les quatre systèmes.*

1992 ont nécessité de ressemer un colza de printemps pour tous les systèmes.

Pour "Technique +", les résultats sont aussi supérieurs aux rendements prévus mais de façon moins élevée que pour "Référence", + 6 % en sol moyennement profond et + 2 % en sol superficiel. Ceci révèle une augmentation du risque qui était prévue dès le départ. Certaines années, et pour certaines cultures, le rendement n'atteint pas tout à fait le potentiel accessible.

Pour "Hectare +", les rendements sont supérieurs aux prévisions pour les sols les plus profonds (+ 9 %) mais inférieurs pour les sols superficiels ; ce phénomène est révélateur des difficultés d'implantation que nous avons évoquées plus haut. Il est particulièrement sensible en sol superficiel en raison de la faible quantité de terre fine, les plus sensibles étant le colza et l'orge de printemps.

Dans "Intégré", les rendements sont très voisins des rendements prévus (– 1 %) mais il faut rappeler que les objectifs étaient inférieurs d'environ 20 % à ceux des systèmes précédents, d'autre part on constate une grande variabilité de ces rendements qui sont révélateurs d'une maîtrise insuffisante des techniques utilisées dans ce système.

Les résultats économiques

Les prévisions ayant été faites avant la réforme de la PAC, elles intégraient déjà des baisses de prix des produits. Cependant, la réforme de la PAC a accéléré cette évolution et introduit la jachère. Il a donc paru nécessaire de refaire les calculs prévisionnels, ce qui explique que tous les résultats prévus et réalisés sont présentés en tenant compte de ce phénomène (figure 1). Il faut comprendre que "contexte de prix 1991" est un calcul prévisionnel hors réforme de la PAC et que "contexte de prix 1995" est un calcul tenant compte de la réforme dans toutes ses composantes, jachère incluse.

Ces résultats montrent que les marges nettes par hectare sont, dans le contexte après PAC, très voisines les unes des autres. Par contre, au niveau de l'exploitation, les systèmes "Hectare +" et "Intégré" permettent de dégager un meilleur résultat que les systèmes "Référence" et "Technique +". Ce que les graphiques ne montrent pas, c'est la variabilité des résultats qui est plus grande pour "Hectare +" et "Intégré", ce qui s'explique par une moins bonne maîtrise technique de ces systèmes.

Discussion

Comme on a pu l'apercevoir à travers les résultats présentés dans cette étude, la méthode utilisée est complexe et coûteuse (ce qui en limite l'utilisation généralisée), mais riche d'enseignements. Complexe parce qu'elle fait appel à de nombreux acteurs de différentes spécialités, chacun avec leur méthode propre. D'une manière générale, les spécialistes ont des connaissances liées au modèle expérimental qu'ils utilisent, le corps de contraintes dans lequel ils s'insèrent est rarement précisé, mais c'est presque toujours le système dominant (proche de "Référence" ou de "Technique +"). Il a été difficile d'admettre que les règles de décision puissent être différentes suivant la stratégie dans laquelle on s'insère.

Beaucoup de paramètres ont été mesurés, néanmoins certains points restent encore à étudier :

- l'impact de chacun des systèmes sur l'environnement (des bougies poreuses, pour estimer les fuites de nitrates, ont été mises en place en 1992 sur certaines parcelles) ;
- la durée nécessaire de la mise en œuvre des règles de décision.

En effet, il est difficile, dans le cas de notre étude, de séparer le temps passé à mettre en œuvre les règles de décision, comme pourraient le faire les agriculteurs, de celui consacré à vérifier que cette règle est pertinente. Or, cette information est importante car le temps passé à ces observations est parfois sans commune mesure avec le coût d'un traitement (cas des insecticides, par exemple).

Cependant, malgré ces quelques lacunes, la méthode d'approche utilisée est riche car elle réhabilite le travail pluridisciplinaire de haut niveau, qui bénéficie à tous les acteurs d'un projet tel que celui-ci.

En ce qui concerne les résultats eux-mêmes, on constate que, dans le contexte pédoclimatique étudié, à l'exception de "Référence", chacun des systèmes étudiés peut être une solution viable pour des agriculteurs, le choix entre systèmes étant lié aux contraintes externes propres à chaque exploitation ou/et au choix stratégique de l'exploitant. Néanmoins, dans l'état actuel de nos connaissances, le système "Hectare +" et surtout le système "Intégré" se sont révélés plus fragiles et moins bien maîtrisés, ce qui est révélateur de notre manque de connaissances sur de multiples aspects liés à ces systèmes. Ces résultats sont confirmés par d'autres études de ce type réalisées dans des milieux pédoclimatiques différents : sud-ouest et est de la France.

Nous avons pu ainsi constater que des interactions importantes existent entre les différentes stratégies prises dans leur ensemble et les règles de décision applicables au choix des variétés, à l'azote, aux herbicides, fongicides, etc., et qu'il est nécessaire de développer des essais analytiques sur ces thèmes en les insérant dans des stratégies nouvelles.

Dans le contexte de la nouvelle PAC, la stratégie "Intégré", qui, comme on l'a vu, a posé des problèmes au plan de la maîtrise technique, se révèle viable. Ceci confirme les premiers résultats obtenus dans les réseaux d'essais européens, réalisés dans le cadre du programme européen CAMAR.

Remerciements

Cet essai a été en partie financé dans le cadre du programme européen CAMAR.

Les auteurs remercient l'ensemble des ingénieurs, techniciens et stagiaires ayant participé à cette étude, parmi lesquels on peut citer D. Boisgontier, F. Laurent, C. Rameau, P. Taupin, I. Chaillet, P. Taupin, J. Creuzet, avec l'équipe de la ferme de Boigneville ainsi que A.C. Nicora, qui a réalisé les simulations technico-économiques prévisionnelles, et P. Retaureau, qui a réalisé les comptes rendus annuels de cet essai.

Références bibliographiques

Bergeron M., Martel J.M., 1989. *La synthèse des modèles de décision.* Manuel de cours "Systèmes d'aide à la décision". Université Sainte-Foy, Québec.

Caron D., 1988. Evolution des épidémies de rouille brune du blé *(Puccinia recondita)* et prévision de traitements dans le sud de la France. *In : Deuxième conférence internationale sur les maladies des plantes ANPP*, p. 311-318.

Cerf M., 1990. *Analyse préalable à la conception d'aides à la décision pour les agriculteurs. Etude de semis de betteraves sucrières.* Mémoire DEA., Paris VIII.

Cerf M., Papy F., Aubry C., Meynard J.M., 1990. Théorie agronomique et aide à la décision. *In : Actes du séminaire INRA-SAD de Saint-Maximin*, p. 181-198.

Chatelin M.H., Aubry C., Leroy P., Papy F., Poussin J.C., 1993. Le pilotage de production : quelle prise en compte pour l'aide à la décision stratégique ? Agronomie (à paraître).

Cross M.J., Martin-Clouaire R., 1990. *Aide à la conduite de systèmes de production agricole.* C.R. du 3e Congrès international d'informatique de Francfort. RFA, 20 p.

Dumas Y., 1990. *Systèmes légumiers de plein champ : raisonnement des itinéraires en fonction des objectifs. In : Un point sur... les systèmes de culture,* L. Combe et D. Picard éd., INRA.

El Titi A., 1990. Farming system research at Lautenbach, Germany. Recherche agronomique suisse, 4-29 : 237-247.

Grenier B., 1990. *Décision médicale.* Paris, France, Masson, 246 p.

Jordan V.W.L., 1988. Disease control in winter barley. *In : Proceedings 2nd International Conference on Plant disease*, Bordeaux I, p. 409-415.

Limaux F., 1989. Mise au point d'itinéraires techniques pour les petites terres en Lorraine. Colloque "Ecophysiologie du blé, outil de maîtrise de la production", Versailles, France, avril 1989, 10 p.

Limaux F., 1991. Adaptation de la fertilisation azotée à des systèmes céréaliers moins intensifs : résultats en Lorraine sur petites terres à cailloux pour le blé d'hiver. COMIFER, Strasbourg, France, 26-28 septembre 1991.

Maes B., De Pontbriand R., 1989. *Simulateur d'élaboration du rendement et construction d'itinéraires techniques pour la culture du blé d'hiver.* Mémoire de DAA, INA-PG, Paris, France.

Martin-Clouaire R., Rellier J.P., 1993. *Crop management planning as a CSP with advanced features.* IJCAI'93 Workshop "I.A. et Agriculture".

Meynard J.M., 1988. Itinéraire technique du blé d'hiver. *In : Pour une agriculture diversifiée*, M. Jollivet éd., Paris, France, L'Harmattan, p 49-57.

Papy F., Viaux P., 1990. Des systèmes extensifs en grandes cultures ? Problématique et méthode d'approche. Séminaire extensification, Dijon, France, 19-26 octobre 1990.

Rellier J.P., Chedru S., 1992. An artificial-intelligent-based software for designing crop management plans. Computers and Electronics in Agriculture, 6 : 273-294.

Roturier C., Bouchet C., 1992. Les produits phytosanitaires en agriculture : des besoins aux pratiques. Colloque Phyt'eau, Versailles, France, 21-22 octobre 1992.

Vannier S., 1990. *Contribution à l'étude des processus décisionnels des agriculteurs pour la conduite d'une culture. Mise au point d'une méthode de travail par simulation.* Mémoire INA-PG, Paris, France.

Vereijken P., Viaux P., 1990. Vers une agriculture "intégrée". La Recherche, 227 : p. 22-27.

Viaux P., 1981. Intérêt de la méthode des bilans pour prévoir la fumure azotée du blé. *In : Colloque Humus et Azote*, Reims, France, p. 297-307.

Viaux P., 1992. Conduite "intégrée" en grandes cultures. Cultivar, 331 : 40-45.

Livestock Systems Research in the Adamawa Province of Cameroon: Methods and Research Innovations

Puewoh Pingpoh David; Ombionyo Messine
Institute of Animal and Veterinary Research, Wakwa Centre, PO Box 65, Ngaoundere, Adamawa Province, Cameroon

Abstract
Livestock farming techniques developed by the Institut de recherches zootechniques et vétérinaires (IRZV) in Cameroon before 1988 were based mainly on on-station research. The farmers' objectives, constraints, and potentials were usually not considered before these technologies were developed. As a result, most of the research results obtained on-station did not provide adequate solutions to the farmers' problems, and therefore had little influence on the improvement of livestock production in Cameroon. Aware of this shortcoming, the IRZV adopted a farming systems approach and established a livestock systems research (LSR) project in the Institute with LSR teams in two major livestock production areas of Cameroon. The Wakwa LSR team identified the livestock farming systems, and their potential and major constraints in Adamawa province. The most important livestock farming systems (cattle dominated) in the province are run by pastoralists, agropastoralists, nonfarm resident cattle owners, ranchers, crop farmers with secondary livestock activities, and nonfarmers with secondary livestock activities. The major constraints to livestock production are mainly in the areas of feeding and management, health, breeding, and socioeconomics. As a result of the introduction of LSR in 1988, many innovations have taken place in livestock research in Cameroon in areas of multidisciplinary and inter-institutional team work, research prioritization, on-farm research, and analytical, and evaluation techniques.

Key words
Livestock, systems research, methodology, innovations.

Résumé
Recherche sur les systèmes d'élevage dans la province de l'Adamawa au Cameroun : méthodes et innovations
Les nouvelles techniques d'élevage développées par l'Institut de recherches zootechniques et vétérinaires (IRZV) au Cameroun étaient jusqu'en 1988 essentiellement basées sur la recherche en station. Les objectifs visés par l'éleveur, ses contraintes et ses potentialités n'étaient pas toujours pris en considération dans la mise en place de ces technologies. De ce fait, la plupart des résultats obtenus en station n'apportaient pas de solution satisfaisante aux problèmes des éleveurs et avaient peu d'impact sur l'amélioration de la production de ce secteur au Cameroun. Conscient de cette lacune, l'IRZV a adopté une approche système et créé un projet de recherche sur les systèmes d'élevage, avec des équipes dans les deux principales zones d'élevage du Cameroun. L'équipe de Wakwa, dans la province de l'Adamawa, a identifié les systèmes d'élevage existant dans la province, leurs potentialités et leurs contraintes. Les systèmes d'élevage les plus importants (avec une prédominance de bovins) sont les élevages pastoraux, agro-pastoraux, les élevages à propriétaire non résident, les ranchs, et les agriculteurs et non-agriculteurs exerçant l'élevage comme activité secondaire. Les principales contraintes de l'élevage ont trait essentiellement à l'alimentation, la gestion, la santé, la reproduction et les problèmes socio-économiques. L'introduction de la recherche sur les systèmes d'élevage en 1988 a apporté beaucoup d'innovations dans la recherche sur l'élevage au Cameroun dans des domaines tels que le travail en équipes multidisciplinaires et interinstitutionnelles, la définition des priorités, la recherche en milieu réel et les techniques d'analyse et d'évaluation.

Introduction

Until 1988, new livestock farming techniques developed by the Institut de recherches zootechniques et vétérinaires (IRZV) in Cameroon were based mainly on on-station research. The farmers' objectives, constraints, and potentials were not generally considered before the development of these technologies. As a result, most of the research results obtained on-station did not provide adequate solutions to the farmers' problems, and therefore

had little influence on the improvement of livestock production in Cameroon. Aware of this shortcoming, the IRZV adopted a farming systems approach in 1988 with the financial and technical help of the World Bank, the Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), and the British Overseas Development Administration (ODA). The livestock systems research project—which covered the two major livestock production areas of Cameroon (Adamawa and northwestern provinces)—was then launched. Multidisciplinary, inter-institutional teams were formed in these regions, with bases in the Wakwa Animal and Veterinary Research Centre (Region I, savannah) and the Bambui Animal and Veterinary Research Centre (Region II, high and mid altitude) (Figure 1).

Methodology Applied by the Wakwa Team in Adamawa Province

Once the Wakwa LSR team had been trained in target-oriented project planning (ZOOP) methodology, the farming systems approach, survey techniques, and use of a microcomputer, a multidisciplinary questionnaire and time schedule for a formal survey were planned. Planning took place after existing available secondary materials in Adamawa were reviewed and sufficient information was collected on the agroecological, sociocultural, economic, and policy environments.

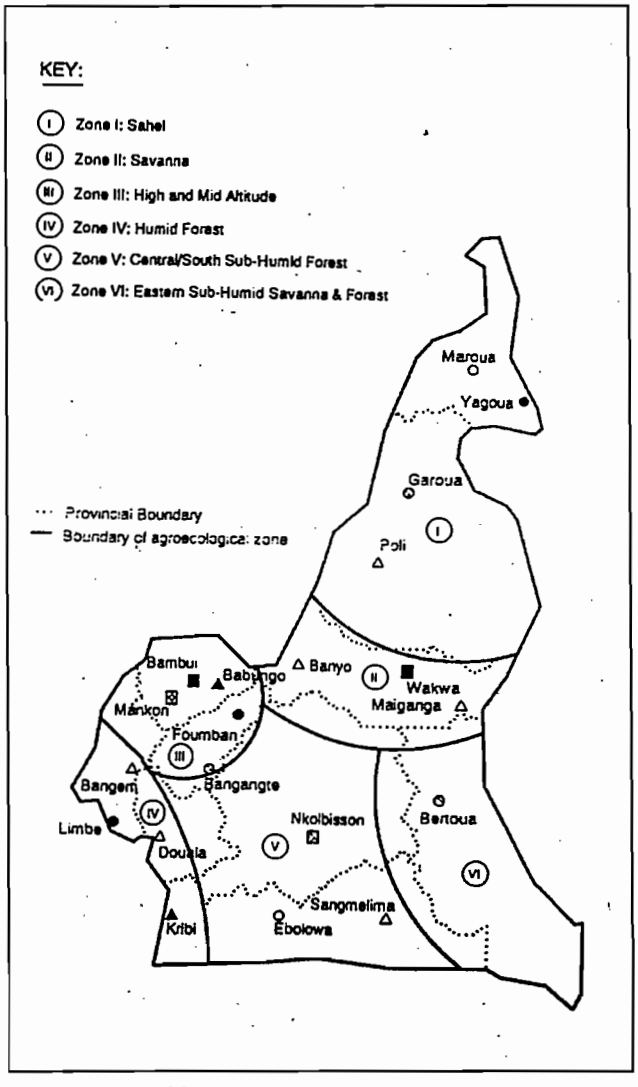


Figure 1. Map of Cameroon showing the various agroecological zones.

The Survey

The elaborated questionnaire, with reference to all parameters to be investigated, was pre-tested in Mbere, one of the five administrative divisions of Adamawa province. Benchmark villages within each administrative division were then selected for distribution of the final questionnaire. As no adequate lists of livestock farmers were available, sampling was performed by representatives of the Ministry of Livestock, Fisheries and Animal Industries (MINEPIA) in their respective regions (at least 50 farmers per division). Interviews were conducted with the help of interpreters—in cattle markets, farmsteads, homesteads, village leaders' compounds or MINEPIA premises. There were also some informal, unstructured discussions with farmers, village leaders, government officers, members of farmers' organizations, priests, merchants, etc. The questionnaire was distributed to 273 cattle farmers in 40 villages.

Survey Results

Classification of Livestock Farming Systems

The livestock farming systems are essentially cattle dominated and can be classified into two major groups according to land use:

- cattle farmers with no crop farming or crop farming for subsistence only;
- cattle farmers with crop production for subsistence and sale.

These major systems can be divided into subgroups according to their livestock production techniques:

- Pastoralists (PAST). Pastoralists have traditional full-time cattle-breeding enterprises, where crop cultivation is either absent or of only limited economic importance. Thirty to 60 percent of total livestock numbers are kept by this category of farmer, which is expected to reduce in importance, given the agricultural policy of the Cameroonian government tending to more integration between plant and animal production in this zone.
- Agropastoralists (AGROPAST). Cattle and crop productions have similar importance for the family income. This group contributes to less than 5% of the cattle population of the province and has the potential for growth, given the government's agricultural policy for the zone—cereal and tuber crop production is highly encouraged.
- Nonfarm resident cattle owners (NFRCO). This group constitutes richer people (traders, butchers, government workers, etc) who invest part of their income on cattle production. They often have large numbers of animals, which are often kept traditionally by hired herdsmen or

relatives. About 15% of the cattle population in Adamawa are kept by this group.

- Ranchers. Ranchers are cattle owners, who for the most part, reside in cities, and have paid managers and herdsmen (Boutrais 1983). They are highly involved in the management and decision making process on the farm. They own 150 to hundreds or thousands of head of cattle in a naturally (streams) or artificially (barbed-wire fencing) delimited area covering between 250 and 2000 ha. They use both modern (no transhumance, fodder production, improved health follow-up) and traditional (grazing on communal land, low off-take) cattle management techniques. There are about 124 ranches in the Adamawa, of which 97 are located in the Vina division (Délégation provinciale de l'élevage, des pêches et des industries animales de l'Adamaoua 1991).
- Crop farmers with secondary livestock activities (CFSLA). Crop farmers by tradition, CFSLA buy animals from their farm surplus income. Their knowledge of cattle husbandry is generally not profound. They own less than 15% of the cattle population in the province.
- Nonfarmers with secondary livestock activities (NFSLA). Members of this group are government workers or businessmen who do not depend on agricultural activities for their livelihood. They keep small animal stocks for festivities and diet supplementation.

Other Findings

The results—which are based on farmers' responses and estimates—are only indicative.

Land use

Sixty three percent of the 273 respondents use communal land, and only about 24%, personal (state-allocated, 'bought', family-owned or inherited) land, including 4% whose land is officially registered according to land ordinances.

Animal production and management

Since a tax has to be paid per head of cattle owned, farmers are reluctant to give real numbers, and figures are always underestimated. However, they can be used to provide an estimate of the general tendencies within and between systems (Table 1). The average number of cattle (and number of herds) per farmer is 92 (1.6) for PAST, 125 (2.1) for AGROPAST, 15 for crop farmers, 331 (5.2) for ranchers, and 236 (3.2) for NFRCO. Weaning varies from 6—7 months (5.3% of respondents) to more than 8 months (70% of respondents).

Health

The main causes of morbidity are trypanosomiasis, helminthiasis, digestive problems, and plant intoxication (mainly from *Spondianthus preussei*). Depending on the season, the causes of mortality differ. Accidents, starvation, and plant intoxication prevail during the dry season, whereas helminthiasis and other digestive problems are the major factors in the rainy season. According to the financial resources of the farmer, deticking is performed by spraying or dipping, but hand deticking is found across all systems. All animals are vaccinated only when confronted by an epidemic. Traditional drugs are used in preference for cures, because of the scarcity or high cost of modern drugs. But for some diseases, modern drugs may be bought if available.

Feeds and feeding

Animals are grazed on communal pasture; even in the few instances where farmers own enclosed parcels, they still send their animals out to communal pasture. Uncontrolled bush fires are prevalent across systems, leading to reduced growth of grasses during the rainy season and high erosion on fragile soils—the outcome is pasture degradation. Farmers recognize that changes in the grass cover are causing degradation of pasture quality, with choice species giving way to nonpalatable and tough grasses. One of the causes is overstocking due to an increasing number of animals. Very few farmers have installed fodder banks, although more than 70% have heard about them. About 62% do not feed crop residues, and the few who do use only residues of corn, sorghum and/or groundnut. For 91% of farmers, the only complement is cotton seed cake, which is given during the dry season in variable amounts to all or chosen animals. Water is usually scarce during the dry season and up to 45% of herds have to be moved from normal settlements to more favorable lands.

Economic aspects

Annual production costs per animal were estimated. Pastoralists appear to have the lowest costs (3521 CFAfr); AGROPAST and NFRCO spend more (6764, 5075, and 6433 CFAfr, respectively). Hired labor constitutes the highest total annual cost, with feed representing the second most important item for PAST and ranchers. The monetary value of production was estimated by multiplying the average off-take number of animals per system by a calculated value (56 900) (IFG, 1980); the potential milk off-take was evaluated for a milking period of 200 days and an average milk value of 160 CFAfr. Pastoralists obtain the highest gross margin for

Table 1. Some production characteristics for Adamawa province.

Parameter[a]	PAST[b]	AGROPAST[c]	Ranchers	NFRCO[d]	Average
Calving rate (%)	43.2	41.5	49.3	46.3	44.0
Calf mortality (%)	21.4	14.2	11.6	14.8	17.4
Adult mortality (%)	5.5	6.2	2.3	3.0	4.6
Off-take (%)	12.1	9.7	8.8	8.8	10.8

a. The parameters, as reported by the farmers, did not concern a particular breed among the three (Gudali, Aku, Bunaji) raised.
b. PAST, Pastoralists.
c. AGRROPAST, Agropastoralists.
d. NFRCO, Nonfarm resident cattle owners.

their cattle (10 627 CFAfr), followed by AGROPAST (6923 CFAfr), NFRCO (4246 CFAfr), and ranchers (2582 CFAfr). The main problems encountered in selling animals are the low prices offered on the market and lack of organization of the marketing system. Livestock inputs (materials, drugs, etc) are either scarce or expensive.

Major Potential of and Constraints to Livestock Farming Systems in Adamawa

Potential

The potential for livestock systems development in Adamawa cuts across the identified systems and is based on (a) the favorable agroecological environment (Table 2), (b) established farmers' cooperation with the availability of numerous livestock supporting services, which makes it easy to form contacts, (c) the possibility of livestock/crop integration, as almost all farmers grow crops and rear animals, though separately, (d) an available domestic market for cattle and cattle products, and (e) the large household size in identified systems, which assures labor for future farm work and farm continuity.

Constraints

The constraints to livestock development in Adamawa province affect all systems, and are mainly in the areas of health (trypanosomiasis, which is endemic in some areas; expensive or nonavailable drugs), feeding (lack of fodder in the dry season, overgrazing, bush fires), management, breeding (low rates, high calf mortalities), and socio-economics (scarcity and/or high cost of production inputs such as drugs, feed, etc; low prices obtained for cattle and cattle products; almost nonexistent credit facilities).

Screening for Applicable Research Findings

Some farmers interviewed during the survey were revisited, and findings related to their constraints and opportunities were discussed with them. A workshop was then organized at the IRZV, Wakwa, where the team presented the findings and results of the survey (as summarized earlier). Invited workshop participants included the extension ministries (MINEPIA, Ministry of Agriculture), agencies involved in livestock production, livestock farmers, and researchers. After the workshop, a final report on the first phase of the livestock farming systems project in Adamawa was published (Livestock Farming Systems Project 1989).

All on-station research results were than compiled to identify those that could be used to solve farmers' problems. For problems for which on-station results did not provide a solution, but could be investigated, on-farm research protocols were drawn up by the relevant strategic and commodities research sections.

Research Innovations

Many innovations have taken place in livestock research in Cameroon since the introduction of LSR in 1988, notably multidisciplinary and interinstitutional team work, research prioritization, on-farm research, new analytical techniques, and innovative evaluation techniques.

Multidisciplinary and Interinstitutional Team Work

Multidisciplinary and interinstitutional teams are now involved at all stages of livestock farming system research development. These teams include nutritionists, geneticists, veterinarians, pasture management specialists, rural sociologists, agricultural economists, and a reproductive physiologist. The collaboration between the IRVZ and other research institutions, universities, extension services, development agencies, and farmers has been strengthened. More emphasis is now placed on farmer participation at all phases of research, from identification of the constraints, through definition and implementation of research themes, to evaluation of experiments.

Table 2. Socioeconomic and environmental parameters for Adamawa province.

Parameter	Value
Surface area (km^2)	62 000
Population	423 000
Urbanization (%)	22.6
Altitude (m)	900—1500
Average temperature (°C)	22
Average rainfall (mm)	1600
Rainy season (months)	7—9 (March/April—October/November)
Soil type	Predominantly compact granitic and ferralitic
Vegetation type	Predominantly woody savannah
Livestock population (head; % in Cameroon):	
cattle	1 700 000; 36.4
sheep	139 000; 5.9
goats	84 000; 2.9
poultry	194 000; 1.4
pigs	2000; 0.2
Average gross income per farm (CFAfr)	167 000

Source: Cameroon Agricultural Sector Review (1989).

Research Prioritization

Recent trends towards reducing real research budgets for research institutes in Cameroon have stimulated attempts to evaluate the economic benefits of agricultural research. Tighter research budgets not only heighten the need to justify agricultural research vis-a-vis alternative public investments, but make it important for national agricultural research systems to improve internal priority-setting procedures. It is for this reason that the IRZV organized a workshop to set priorities for allocation of resources between regions, categories of animals (commodities), disciplines, commodities, and on-station and on-farm research using the scoring method illustrated by Norton and Pradey (1987). The system properties can also be prioritized as explained by McCracken et al (1988). In all steps, extension agents and farmers' representatives were involved and participated actively in discussions.

It was realized that not all farmers' identified constraints could be tackled by research. Therefore, these constraints were separated, distinguishing technical constraints (eg, mortality, fodder shortage, disease, and low fertility) from social constraints such as lack of liquid cash, insufficient knowledge, nonavailability of credit, insufficient supply of inputs, and insufficient extension services. Technical constraints related directly to the production process can be tackled by the IRVZ, which, in contrast, cannot determine the removal of social constraints—this would require considerable monetary means and complex organizational and institutional problems would have to be resolved.

On-Farm Research

The method proposed for introducing technological innovations into the existing livestock systems is the package approach. It consists of a locally adapted combination of improved production technologies (improved seeds and breeds, health and pasture management).

Through the LSR, two categories of on-farm research based on different research approaches have been distinguished (Weinschenck 1990):

- (a) On-farm station-oriented research (OFSTOR), the objectives of which are to test and validate the results achieved by on-station research under practical farming conditions (eg, introduction of on-farm fodder banks).
- (b) On-farm system-oriented research (OFSYOR), in which experiment design is determined by the constraints and objectives of the farm and by technology available as a result of on-station research. Fodder banks are now being introduced in different local farms as a means of solving constraints (shortage of fodder in the dry season) and meeting the farmers' objectives (sustainable resource, decreased risk, increase in herd size, etc).

New Analytical Techniques

Until recently, most analyses that focused on rural situations used conventional survey methods. The shortcomings of the conventional analytical approaches became apparent when attention turned to the problems of farmers in poorer and more heterogeneous environments. Rapid rural appraisal (RRA), which can be applied to complex systems, was used in the livestock farming systems research project in the Adamawa and is now being used extensively by livestock systems researchers at the IRZV. Related to this, is the introduction of socioeconomic parameters in research. Agricultural economics can be usefully applied at each stage of FSR. This explains the now important and strategic roles of socioeconomists in farming systems research.

Innovative Evaluation Techniques

Many criteria from different disciplines are now used in the evaluation of proposed innovations/technology. The most frequently used criteria are (a) productivity (ie, the increase in output per ha, per animal, etc)—the net increment in valued product (income) per unit of resource (land, labor, capital), (b) stability—the degree to which productivity remains constant in spite of normal fluctuations (climate, seasonal price changes), (c) sustainability—the ability of a system to maintain its productivity when subject to stress or unpredictable disturbances (drought, flood, increasing soil salinity, new pests, bush fires, administered prices), (d) equitability—a measure of how evenly the productivity of the gains from innovations are distributed among farm-household members or among the village community, and (e) autonomy—how an innovation affects the basis for self-reliant development, consequences for rural households, communities regions, etc.

Besides these system properties, other aspects considered frequently include the cost of the implement, time to benefit, and technical and social feasibility.

From partial analyses, there are strong indications that the fodder bank technology is productive, stable, sustainable, equitable, and autonomous. The cost of establishing a fodder bank in Adamawa (780 000 CFAfr for 2 ha of *Brachiaria* and 2 ha of *Stylosanthes*) is within reach of the average farmer, and the cost can be reduced by using animal traction. In addition, a fodder bank can yield up to 25 000 CFAfr from seed sales. This technology is also socially and culturally acceptable. It is an adoptable and technically sound improvement. This explains requests for its establishment made by six additional farmers from the pilot village and a neighboring village just one year after creation of the pilot farm.

Acknowledgements

The authors wish to thank Dr VN Tanya, Chief of Centre, IRZV, Wakwa, for his advice, and moral and financial support, and all members of the Wakwa LSR team who participated in the work.

References

Boutrais J. 1983. L'élevage soudanien. Des parcours de savane aux ranchs (Cameroun-Nigeria). Travaux et documents de l'ORSTOM, No 160. France: Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération (ORSTOM). 148 pp.

Délégation provinciale de l'élevage, des pêches et des industries animales de l'Adamaoua (DPEPIAA). 1992. Rapport annuel 1990-1991. Ngaoundéré, Cameroon: DPEPIAA.

IFG. 1980. Land use planning study for Adamawa. Frankfurt, Germany: IFG.

Livestock Farming Systems Research Project. 1989. Livestock farming systems in Adamawa. Research Report. Wakwa Centre, Ngaoundere, Cameroon: Institut de recherches zootechniques (IRZ)/Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). 99 pp.

McCracken JA, Pretty Jules N, Conway Gordon R. 1988. Pages 47—49 *in* An introduction to rapid rural appraisal for agricultural development. London, UK: International Institute for Environment and Development.

Norton GW, Pradey Philipp G. 1987. Priority setting mechanisms for national agricultural research systems: recent experience and future needs. Second working draft. The Hague, The Netherlands: International Service for National Agricultural Research (ISNAR).

Weinschenck G. 1990. Principles for the implementation of on-farm research in livestock systems. Report on a mission to the Institut de recherches zootechniques (IRZ)/Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) project Promotion of IRZ. Yaounde, Cameroon. 17 pp.

Research Management: Combining Diverse Methods to Provide a Basis for Estimating Benefits and Identifying Priorities for Agricultural Research

Pearson Craig J[1]; Hill Michael J[2]; Archer Ken A[3]

[1]Greenwich Group Pty Ltd, 1 Wallace St, Greenwich, NSW, 2065 Australia, and Department of Crop Sciences, University of Sydney, NSW, 2006 Australia
[2]Division of Animal Production, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO), Private Bag, PO Armidale, NSW, 2350 Australia
[3]Division of Plant Industries, NSW Agriculture, Orange, NSW, 2800 Australia

Abstract

A nationally coordinated project seeks to estimate the benefits to various livestock industries that will arise from continuing research and breeding of improved pasture cultivars. Estimation of benefits and prioritization of research, depend, among other things, on estimation of present and possible distributions of pasture. Two diverse methods were employed to estimate distributions of pasture: surveys and simple models. These are presented and discussed in this paper. As with all such projects, it is likely that the (largely subjective) base data will limit the initial utility of the approach. The need to devote resources to the creation of an 'atmosphere of co-learning', to maximize data quality, and to store data in an accessible and updatable form are emphasized: estimates of benefits from future research (in this case, continuing pasture plant breeding) are both subjective and dynamic, relying not only on baseline data, but also on scenarios of changes in distribution and use of future pasture. The project addresses this dynamism using simple logic modeling based on geographic information systems (GISs). This generates area maps, the boundaries of which are defined by a few simple rules (eg, that a pasture type will grow only above 700 m altitude). In this paper we seek to demonstrate that simple logic modeling (a mixture of subjective estimates made explicit, GIS data, and simple algorithms) tempered with suitable humility with regard to the resolution and veracity of the base data, can be an important adjunct to a more traditional survey so that, together, they provide a basis for calculating the likely benefits from further agricultural research. In addition, the paper suggests that GIS-based logic modeling , through sensitivity analysis (assessing the impact of changing the 'rules' that constrain the distribution of a pasture) and backward chaining logic, provides a powerful method for identifying plant-breeding goals for complex agricultural systems.

Key words

Logic modeling, geographical information system, subterranean clover, white clover, Caucasian clover.

Résumé

Gestion de la recherche : combinaison de diverses méthodes visant à obtenir une base pour l'évaluation des avantages et l'identification des priorités de la recherche agronomique

Un projet coordonné au plan national vise à estimer l'intérêt pour différents élevages de la recherche continue et de la reproduction de cultivars améliorés de plantes pâturées. L'estimation des intérêts et l'identification des priorités de la recherche dépendent, entre autres choses, de l'estimation de la distribution des pâturages, actuelle et envisageable. Deux méthodes différentes ont été appliquées pour estimer la distribution des pâturages : enquêtes et modèles simples. Cet article présente et discute ces méthodes. Comme pour tous les projets de ce genre, il est probable que les données fondamentales (largement subjectives) limitent l'utilité initiale d'une telle approche. La nécessité de consacrer des ressources à la création d'une "atmosphère de co-apprentissage", afin de maximiser la qualité des données et d'enregistrer celles-ci sous une forme accessible et actualisable est soulignée : les estimations des avantages des recherches à venir (dans ce cas, la reproduction continue de plantes pâturées) sont à la fois subjectives et dynamiques, s'appuyant non seulement sur des données initiales, mais aussi sur des scénarios de modification dans la distribution et l'utilisation des pâturages futurs. Le projet aborde ce dynamisme en utilisant une modélisation de logique simple, basée sur des systèmes d'information géographique (SIG). Cela produit des cartes de superficies, dont les limites sont définies par quelques règles simples (par exemple, un type de pâturage ne pourra se trouver qu'au-dessus d'une altitude de 700 m). Dans cet article, nous cherchons à démontrer qu'une modélisation logique simple (combinaison d'estimations subjectives explicites, de données de SIG et d'algorithmes

simples), tempérée par l'humilité de rigueur pour ce qui est de la résolution et de la véracité des données de base, peut être un apport important à une étude traditionnelle, de sorte qu'ensemble, ces éléments fournissent une base de calcul des avantages probables d'une recherche agricole approfondie. En outre, l'article suggère que la modélisation logique basée sur les SIG, à travers une analyse de sensibilité (évaluant l'impact du changement des "règles" régissant la distribution d'un pâturage) et un enchaînement logique inverse, constitue une puissante méthode d'identification des objectifs de culture pour les systèmes agricoles complexes.

Introduction

In Australia, the environment in which agricultural research, and, specifically, pasture plant improvement, operates is becoming more coordinated and goal-oriented (Pearson 1994). In 1992, the Standing Committee on Agriculture (now the Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand) set up the National Pasture Improvement Coordinating Committee (NPICC) to coordinate pasture plant improvement in Australia and New Zealand. In 1993, the NPICC commissioned a project to estimate, for all Australia, the present and possible distribution of various pasture species, their association with (or contribution to) the various livestock industries, and the economic benefits to these industries that might arise from further plant breeding.

This paper reflects on the major sources of data input to the project: obtaining estimates of current pasture distribution through survey, and estimating potential distribution through simple logic models. Surveys are widely used and ours will be described only briefly. Logic modeling as a tool for research management requires more explanation. Mechanistic models in conjunction with geographic information system (GIS) databases have been used to estimate the distribution of crops and pastures, eg, for white clover (*Trifolium repens*) in eastern Australia (Hill 1993). However, neither mechanistic models nor the information needed to build them are available for most pasture species, so a simpler, generic, GIS-based logic model was developed for our purpose. The approach owes much to homoclime analysis, eg, using the bioclimatic prediction system (BIOCLIM) exemplified by Nix (1986) and Booth et al (1987). However, it is simpler and does not seek to match possible local climates for adaptation with climate of origin, but to apply pragmatic estimates of climate constraints to match known, local, species distribution.

The output from both the survey and logic models is displayed on a common GIS database. They are thus available for comparison, interrogation, and updating—three key requirements for useful knowledge bases (Farrell *et al* 1991). We expected that this approach would expose anomalies in present agricultural practice (where particular pasture is grown) as well as help identify opportunities for research investment. It was also our thesis that simple GIS-based logic models would themselves prove useful, through sensitivity analysis, for identifying research goals.

Methods

Pasture Survey

A survey form was developed to ask government-employed advisors and appropriate researchers to estimate the present distribution of pasture types and species and their correlation with (or contribution to) the various livestock industries, notably wool, cattle meat, sheep meat, and dairy production. The form consisted of two parts—one to estimate the percentage of area occupied by specific pasture types (where 'types' were either mixtures or monocultures) so that pasture areas and correlations between pasture type and value of livestock industries could then be calculated afterwards; and one to obtain more detailed information (eg, on composition and use) of each pasture type.

To develop wide 'ownership' and to avoid ambiguities and errors, the survey was circulated among project coordinators, project managers in research corporations, and those who would be responsible for overseeing the survey in their organization; two trials were conducted by 'representative' advisors prior to further modification and use.

Logic Models

Logic models were built for all important temperate pasture species and applied to Australia. This paper presents models for three species applied only to an area bounded by latitudes -28 and -38 °S, and longitudes 147 and 154 °E, encompassing most of the high rainfall and wheat/sheep zones of New South Wales (NSW). Monthly climate surfaces for rainfall, maximum and minimum temperatures, evaporation, and solar radiation were constructed with a digital elevation model (DEM) of 0.025° resolution (Hutchinson, Dowling 1991), the Australian climate surfaces and the ESOCLIM program (Hutchinson 1989). The climate surfaces were imported as rasters into the GIS GRASS4.1 (Westerveldt 1991). The raster map calculation program r.mapcalc (Shapiro, Westerveldt 1992) was used to derive surfaces describing the difference between precipitation and evaporation (P - E), and the precipitation/evaporation ratio (P/E). A set of rules defining likely constraints on the distribution of three pasture plants, white clover (*Trifolium repens* L.), Caucasian clover (*Trifolium ambiguum* M. Bieb.), and subterranean (sub) clover (*Trifolium subterraneum* L.) were constructed. These species were chosen to represent a continuum from a strong winter-dormant, summer-active perennial, Caucasian clover, through a weaker perennial relying on favorable rainfall conditions, white clover, to an obligate annual suited to highly seasonal winter rainfall/summer drought conditions, subterranean clover. The rules for the species reported here were:

- White clover. (Summer P/E ≥ 0.44 and annual rainfall ≥ 700 mm) or (summer P - E ≥ -42 mm and annual rainfall ≥ 700 mm) or (January maximum temperature < 26.5 °C and annual rainfall ≥ 700 mm) and (winter P/E ≥ 0.50).
- Caucasian clover. Annual rainfall ≥ 500 mm and (summer P/E ≥ 0.5 or summer P - E ≥ -60 mm) and January maximum temperature < 26.0 °C and July maximum temperature < 14.0 °C.

– Subterranean clover. Winter P/E ≥ 0.60 and (summer P/E < 0.55 or summer P - E < 36 mm) and annual rainfall ≥ 450 mm and annual rainfall < 1200 mm.

White clover is a ubiquitous species in eastern Australia, but is only effective as a perennial pasture species where summer drought is uncommon. However, it grows as an annual in coastal climates near the sub-tropics. The rule for white clover was constructed to encompass an area that would include annual and ephemeral behavior, but exclude marginal areas. Three different summer constraints were used to overcome difficulties inherent in identifying boundaries where white clover would switch between probable perennial and probable annual. Caucasian clover is a montane, continental species, with a large, rhizomatous root system and strong drought tolerance. The rule for this species had to be constructed to identify areas where summer growth potential could be realized, where winter growth was constrained by severe cold, but where montane suitability and drought tolerance of the species could be seen to advantage. The subterranean clover zone is known to be well defined by rainfall, therefore the rule was constructed to be sensitive to the transition between winter and summer rainfall within broad annual rainfall limits. Subterranean clover, an annual, becomes less common and useful as summer rainfall increases and winter rainfall decreases in northern and coastal NSW. This occurs because soil seed reserves are reduced by germination followed by seedling death, and rotting of seed in summer rainfall environments.

The rules were coded as logic scripts in r.mapcalc and scripts were run to generate maps for potential species zonation for a variety of critical threshold values. The sensitivity of boundaries to changes in the rules was tested by varying constraints considered to be the most important for each species: annual rainfall and summer P/E or P - E for white clover, winter P/E and summer P/E or P - E for subterranean clover, and summer P/E or P - E for Caucasian clover. The changes made to assess sensitivity were as follows:

– Caucasian clover. As for the basic rule, but (summer P/E ≥ 0.70 or summer P - E ≥ -20 mm).
– White clover. As for the basic rule, but (summer P/E ≥ 0.66 and total rain ≥ 1000 mm) or (summer P - E ≥ -14 mm and total rain ≥ 1000 mm).
– Subterranean clover (winter effect). As for the basic rule, but winter P/E ≥ 0.80.
– Subterranean clover (summer effect). As for the basic rule, but (summer P/E < 0.40 or summer P - E < -60 mm).

Statistics describing zone areas in hectares, raster cell counts, and percentage of the study area covered by the zones were extracted with the raster reporting routine r.report. Examples of the changes in zone areas and boundaries are presented.

Results and Discussion

Consultation during collective development of the survey illustrated that acceptance of the form depended heavily on the recipient (advisor) being immediately familiar with the form's contents. At an early meeting of representatives from all organizations (including those who would arrange the distribution and collation of the survey in their State), it was decided to base the survey on statistical regions [local government areas (LGAs)] so that national databases of livestock numbers, etc, could be accessed and correlated easily with the responses from the pasture survey. However, the LGAs did not coincide with the regions within which advisors had expert knowledge (advisory districts). Mail-out of LGA maps and statistics with the survey form, planned from the outset, only partly overcame the issues of acceptability and confusion. Similarly, the ordering of pasture types was identified as important, and changed so that the most important pasture type, as perceived by most recipients, headed the survey forms. Collective development of the survey improved acceptance of the forms and, presumably, the time spent on, and quality of the responses. Further improvement in the quality of the responses and the learning experience of the respondents may only have been brought about by personal contact (eg, workshops) prior to the survey. Such expenditure, although large for a nationwide survey, must be considered in future surveys, given that the learning experience during construction of the data may be more important (for the individual pasture advisor) than the information obtained from the survey (Hochman et al 1994).

Not surprisingly, obtaining valuable information on the quality of existing pasture was found to be a compromise between wanting detailed data and, in reality, asking for relatively little, out of concern for the likely decrease in quality of response if too much were asked, and about standardizing replies from isolated advisors. An initial, simple question introduced the topic of productivity. Then, if some of the area of pasture were identified as deteriorating (declining in production), we requested a rating of the causes of deterioration (Table 1). A parallel question on the relation between pasture type (and location) and land degradation (Table 1) yielded unique, although clearly subjective, information for Australia. Despite the reservations of some regarding the qualitative basis of information such as that collected in Table 1, it is difficult to visualize any other means of estimating the numbers. Better data will arise from greater attention to human interactions and making surveys a co-learning experience, not remote high technology. Processing of this qualitatively based data also requires exploration of techniques such as standardization (which may be tried using remote sensing and interviews) and cognitive mapping.

The concern of standardization is ably overcome through simple logic modeling. Maps based on a few rules were generated for subterranean clover, white clover, and Caucasian clover. They were applied throughout Australia, in the knowledge that they took no account of local variables such as soil type (data on which were not readily available) or farmer practice. The predicted distribution of subterranean clover (Figure 1) closely approximates current areas. However, more detailed mapping of regions is more helpful in exploring the usefulness of logic models in research management.

Figure 2 shows areas in eastern Australia where growth and survival are predicted for white clover (a), Caucasian

Table 1. An extract from the pasture survey, Australia.

Factors causing declining production	Contribution of this pasture type to degradation
If the pasture is in decline, rate the factors involved from 0 to 3 (3 = greatest effect)	To what extent does this pasture type contribute to either land degradation or landcare? (0 = no effect, 3 = greatest effect)
Inappropriate grazing management	Soil erosion/retention
Declining fertility	Nutrient loss/recycling
Acidity	Soil structure change
Salinity	Soil fertility change
Weed invasion	Groundwater change
Insects	Acidification
Disease	
Excessive cropping	
Others (specify)	

clover (b), and subterranean clover (c and d). The white clover distribution, based on these few rules, is interesting when compared with that obtained by Hill (1993) using the mechanistic model of Hill et al (1989). The small (dark shaded) area, within which white clover is the dominant legume species, accounts for 17% of the total area of the mapped region. This is generally realistic, although the predicted dominance of white clover in the north contrasts with practical experience of its poor persistence under high summer temperatures. The difference between model and reality will be quantified when the model is compared with survey data and an opportunity for pasture breeding—drought-tolerant white clover—is estimated economically. The predicted distribution of Caucasian clover (Figure 2b) suggests that this species might occupy 5.4% (small, dark shaded area) or up to 18.8% (both dark and light shaded areas) of the region. This is very much larger than current areas, as identified by survey. However, it is not necessarily unrealistic because long-term persistent stands of Caucasian clover are found in the dark shaded areas. The difference between model and survey was tempered by calculating the area in which Caucasian clover is likely to be more productive than white clover or subterranean clover, which was very small (less than 1%: see later). Further, although isolated, stands of Caucasian clover do exist in the area identified; the very slow seedling growth of current cultivars makes it unattractive to farmers.

The potential areas where the three legumes will best grow in monoculture and in binary mixtures are estimated in Figure 3. The possible areas (Table 2) suggest that almost half of the region might be sown to pasture in which either subterranean clover or white clover is the only pasture legume. This is in agreement with survey data, and provides support for the present allocation of research money, most of which (relative to the three species considered in this paper) is spent on subterranean clover and, to a lesser extent, on white clover. Presumably, research should be devoted to subterranean and white clover in the ratio 2:1 (based on the areas for each type shown in Table 2) if they contribute the same value per hectare to the animal and crop industries that benefit from them. This result also supports continued evaluation and selection as legume monocultures or, in the case of white clover, as the sole legume with a grass companion species. The negligible area identified for Caucasian clover monoculture corresponds with its very small usage and discourages breeding of Caucasian clover for monoculture in Australia. However, the useful area identified as potentially best fitting a mixture of Caucasian and white clover (9%), and their complementary patterns of perenniality (Caucasian clover has slow early growth and is long-lived, whereas white clover has vigorous early growth, but persists only 2 to 5 years in many farming situations) encourages further research into Caucasian clover, but not targeted as the sole component in the pasture, as has been the case to date.

In conclusion, this research has demonstrated that topics for research investment can be identified both by contrasting the output from logic models with surveys of current agricultural practice, and through sensitivity

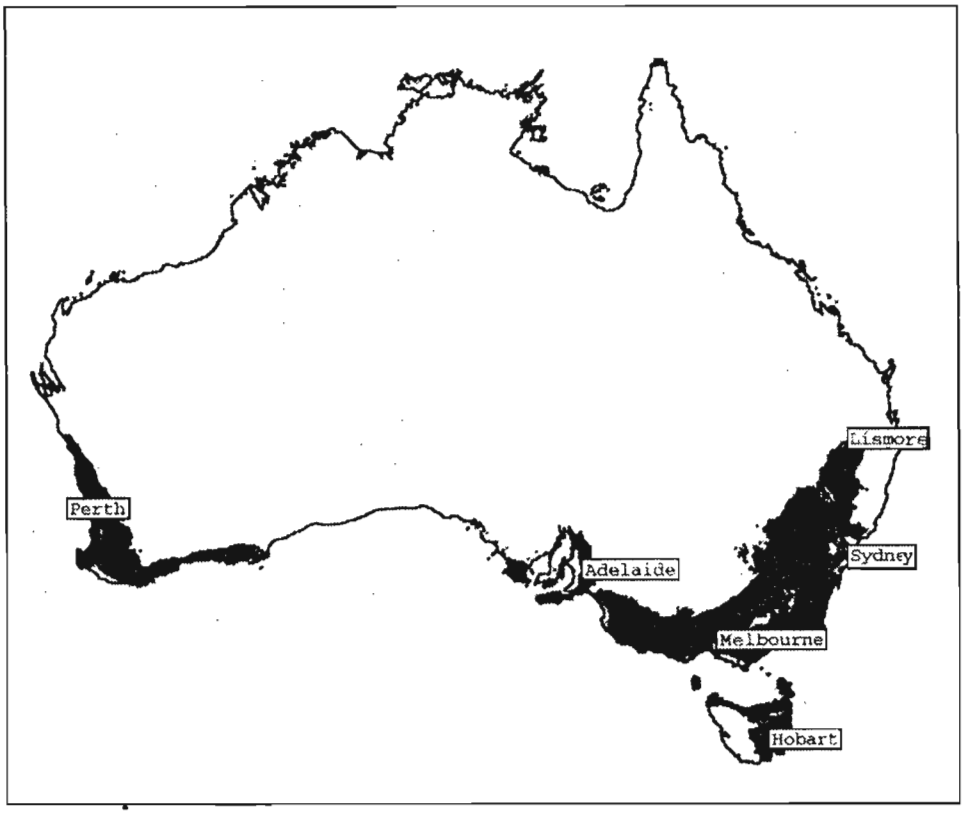


Figure 1. *Map of Australia showing the subterranean clover zone defined by the basic rule.*

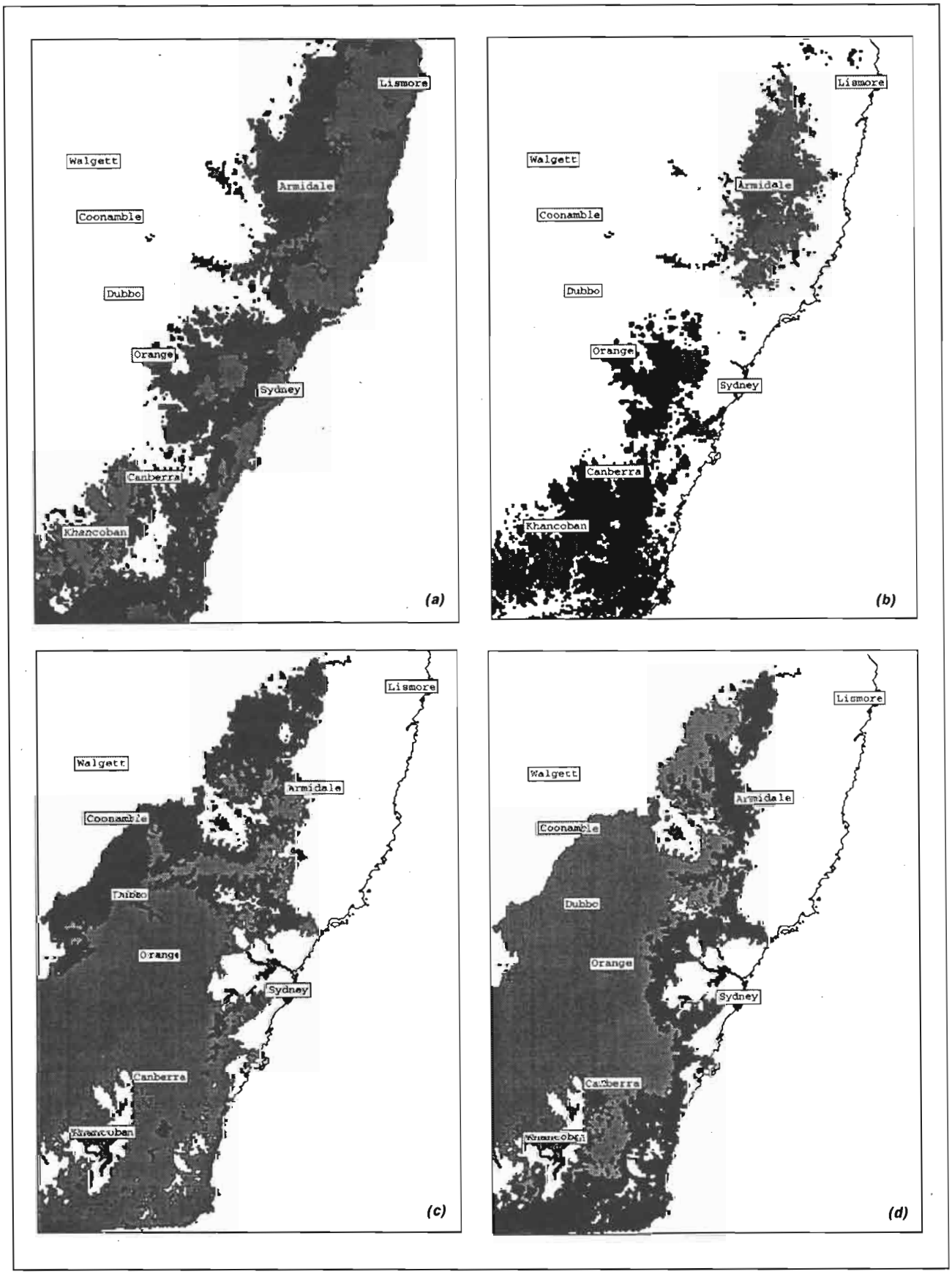


Figure 2. ***(a)*** *Map showing the white clover zone. Pale shading: area reduced as a result of increasing the required rainfall threshold from 700 to 1000 mm, and of increasing the required summer P/E and P - E thresholds. Dark + pale shaded areas: zone defined by the basic rule.* ***(b)*** *Map showing Caucasian clover zones. Pale shading: area reduced as a result of increasing the required summer P/E and P - E thresholds. Dark + pale shaded areas: zone defined by the basic rule.* ***(c)*** *Map showing the subterranean clover zone. Pale shading: area reduced as a result of decreasing the required summer P/E and P - E thresholds. Dark + pale shaded areas: zone defined by the basic rule.* ***(d)*** *Map showing the subterranean clover zone. Pale shading: area reduced as a result of increasing the required winter P/E ratio. Dark + pale shaded areas: zone defined by the basic rule.*

Table 2. Areas, cell counts, and proportions of total area identified for the various mixes of pasture legumes shown in Figure 3, eastern Australia.

Pasture mix	Area (ha)	Cell count	Cover (%)
Sub clover only	14 423 210	22 411	29.2
White clover only	6 975 911	10 625	14.1
Sub and white clovers	4 706 214	7380	9.5
Caucasian clover only	57 350	93	0.1
Sub and Caucasian clovers	831 197	1345	1.7
White and caucasian clovers	4 472 730	6946	9.1
All clovers	3 732 079	5955	7.6
Remainder	14 166 467	21 284	28.7
Total	49 365 158	76 039	100.0

analysis and backward chaining logic based on the climatic constraints within the logic models.

Both survey and models are judgmental, or qualitatively based. They both therefore depend on the expertise of the respondent, domain expert or modeler. The models are attractive in that they make explicit, and potentially alterable, their underlying value judgements (eg, as to which climatic parameter should be included in the model) and assumptions (eg, as to which values are most appropriate within a rule). However, they require ground truthing through survey or further research and their accuracy depends on the availability of long sequences of climatic data that are geographically well distributed. We have shown surveys play a complementary role to modeling in this aspect of agricultural research management; like modeling, surveys generate the best data if they are seen as co-learning situations that focus on the process—addressing the needs and expertise of the respondent or modeler—rather than concentrating exclusively on the outcomes

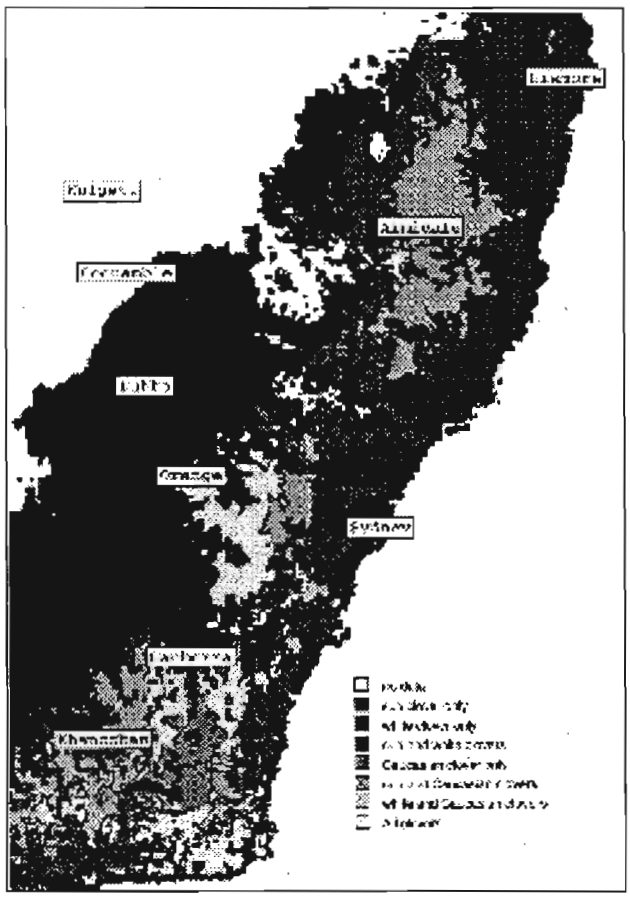


Figure 3. *Areas estimated to have the best potential for cultivation of the three types of clover in monoculture and binary mixtures, eastern Australia.*

Acknowledgment

We thank Dr W Collins, Western Australia Department of Agriculture, Dr R Brown, Agricultural Management & Consultancy Services, and others for their assistance in developing and trialling the methodologies.

References

Booth T H, Nix H A, Hutchinson MF. 1987. Grid matching: a new method for homoclime analysis. Agricultural and Forest Meteorology 39:241–255.

Farrell RA, Pearson CJ, Campbell. 1992. Relational databases for the design and construction of maintainable decision support systems in agriculture. Agricultural Systems 38:411–23.

Hill MJ. 1993. Defining the white clover zone in eastern mainland Australia using a model and a geographic information system. Pages 1077–1082 *in* Proceedings of the International Congress on Modelling and Simulation (McAleer Michael, Jakeman Anthony, eds.). Volume 3. Perth, Australia: University of Western Australia.

Hill MJ, Archer KA, Hutchinson KJ. 1989. Towards developing a model of persistence and production for white clover. Pages 1043–1044 *in* Proceedings of the XVI International Grassland Congress.

Hochman Z, Pearson CJ, Litchfield RW. 1994. Users' attitudes and roles in the development and evaluation of knowledge based decision support systems. Agricultural Systems. (In press)

Hutchinson MF. 1989. A new objective method for spatial interpolation of meteorological variables from irregular networks applied to the estimation of monthly mean solar radiation, temperature, precipitation and windrun. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO), Australia, Division of Water Resources Technical Memorandum 89(5):95–104.

Hutchinson MF, Dowling TI. 1991. A continental hydrological assessment of a new grid-based digital elevation model of Australia. Hydrological Processes 5:45–58.

Nix H. 1986. A biogeographic analysis of Australian elapid snakes. Pages 4–15 *in* Atlas of Australian elapid snakes (Longmore R, ed.). Canberra, Australia: Bureau of Flora and Fauna.

Pearson CJ. 1994. The Australasian temperate pasture grass improvement program. New Zealand Journal of Agricultural Research 37:265–8.

Shapiro M, Westervelt J. R. 1992. MAPCALC. An algebra for GIS and image processing. Champaign, Illinois, USA: United States Army Construction Engineering Research Laboratory.

Westervelt J. 1991. Introduction to GRASS 4. Champaign, Illinois, USA: Office of Grass Integration, United States Army Corps of Engineers, Construction Engineering Research Laboratory.

Sustainability of a Rice–Prawn Farming System in Vietnam

Be Tran Thanh[1]; Sriskandarajah Nadarajah[2]

[1]Mekong Delta Farming Systems, Research and Development Centre, University of Cantho, Cantho, Vietnam

[2]School of Agriculture and Rural Development, University of Western Sydney, Hawkesbury, Richmond, New South Wales 2753, Australia

Introduction

To explore from many perspectives questions related to the sustainability of a system, researchers need to be systemic in their orientation. For many researchers, the broadening of scope from a reductionist to a more holistic approach still proves to be a challenge. We argue that if researchers are prepared to operate on a continuum between reductionism and holism, then methodologies can be chosen from a complete suite that includes experimental methods of reductionist science and technology, 'hard' systems of analysis, and 'soft' systems methodologies to help them deal with the complexities of human activities.

Background

Incorporating prawn culture in rice fields is one of many rice-based farming systems being developed in the Mekong Delta (MD) of Vietnam. Started by individual farmers in the 1960s, this integrated farming system quickly became a 'movement' among farmers in the brackish areas of the MD. From a few hectares in the early stages, this system had expanded to more than 10 000 ha in the 1980s. The additional production of commodities for domestic consumption and export has led to obvious improvements in the living standards of farmers in these areas. Moreover, farmers seemed to preserve the natural environment by using little or no pesticides in their fields.

Methodology

A 'beyond hard systems but towards soft systems' approach was adopted by the project's interdisciplinary research team. The aims were to describe the farming system and explore factors influencing its sustainability in 1992/1993. A direct farming systems survey including observation of farm work and rural life and discussion with farmers' families and key informants about relevant issues covered 116 farm households in four villages of Myxuyen district, Soctrang province, Vietnam. Sustainability of the farming systems was examined from three viewpoints: productivity, environment, and socioeconomics.

Conclusion

Description of the System

The study concerned a saline-affected area with a high density of small-scale farm households with limited resources. Traditional rice varieties were grown as a single crop prior to the introduction of integrated farming practices.

Physically, the system consisted of a dike, raised beds, trenches, and ditches and was linked to the canal system and the rice field. Farmers exploited the natural supply of prawns (*Penaeus* and *Metapenaeus* spp.) twice a month at high tides, throughout the year. One crop of mainly high-yield varieties was grown in the rainy season. As much as 40% of farmers also reared giant prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) simultaneously with the rice crop for up to 4/5 years. Up to 55% of the surveyed farmers grew a number of upland vegetable and industrial crops on the dike and raised beds, compared with only 5% previously.

Sustainability of the System

The symbol S is used here to denote aspects of the system that we consider to be sustainable, and U to indicate those that are believed to be unsustainable. In spite of a decline in available area, total rice production was maintained over the years at the same level as under rice monoculture (S). The yield of natural prawns decreased sharply (U), but production of giant prawns clearly increased (S). The area and species of upland crops planted in this system gradually increased (S).

Inevitable siltation over the years reduced the acreage for rice (U) and shrimp yield (U), but improved soil fertility (S). Salinization of the system itself needs to be studied further, but evidence of it happening in adjoining monoculture rice fields through leakage of saline water was recorded (U). Changes in natural conditions due to intake of saline water during dry seasons helped farmers control traditional weeds in rice fields (S), but enhanced the development of 'blanket algae', which threaten production of both rice and shrimp (U). Care taken in the use of pesticides in crop growing 'protects' the environment from chemical pollution (S). A tendency towards planting only a few high-yield varieties of rice may lead to an outbreak of insects, particularly brown plant hopper (U).

The profit and efficiency of production in such an integrated farming system are much higher than those achieved in rice monoculture (S). The farmers' nutritional status and living standards have been improved considerably (S), and, consequently, so has rural society (S). Conflicts between integrated farmers and those who do not practice integrated farming, and fishermen who use narrow-gauge nets to catch any type and size of fish including shrimp juveniles have emerged (U).

Overall to date, this rice–prawn integrated farming system can be considered to be sustainable, and more sustainable than rice monoculture. The systems methodology used in this research allowed us not only to understand and evaluate an integrated farming system, but also to identify areas requiring attention as perceived by the farmers.

Un outil transdisciplinaire pour l'intégration des données en recherche-système : application à la riziculture camarguaise

Vaquer Catherine[1] ; Soto P.[2] ; Barbier Jean-Marc[3] ; Bouchier André[1] ; Mouret Jean-Claude[1] ; Schilizzi Steven[1]

[1]INRA SAD-LECSA, 2 place Viala, 34060 Montpellier cedex 1, France
[2]INRA ZES, 2 place Viala, 34060 Montpellier cedex 1, France
[3]CNEARC / INRA SAD-LECSA, 2 place Viala, 34060 Montpellier cedex 1, France

Les recherches-système en agriculture impliquent la mise en relation de données issues de disciplines différentes. On s'inquiète à ce sujet des besoins de connexions théoriques, mais rarement de la gestion multidisciplinaire des données. Or, le plus souvent, le recueil et la gestion de ces données ne diffèrent pas des pratiques monodisciplinaires ; autrement dit, la plupart des données sont déjà préinterprétées par une discipline et peuvent être difficilement utilisées par une autre discipline. Il en résulte des difficultés de valorisation à posteriori des données accumulées.

Cette constatation constitue un des résultats de dix années de recherches menées en France sur la riziculture, au cours desquelles les données agronomiques furent recueillies sans une considération suffisante de leur utilisation socioéconomique.

L'étude des systèmes agricoles nécessite d'intégrer un ensemble de connaissances dont les niveaux d'appréhension sont multiples et hiérarchisés. Concernant le sous-système des productions végétales ou système de culture, on citera la plante individuelle (voire la partie de plante), l'ensemble des plantes d'un plot de surface définie, la station, la situation culturale, la parcelle culturale, la sole, l'exploitation agricole, la petite région. Un schéma analogue peut être bâti pour les systèmes d'élevage. Chacun de ces niveaux d'organisation demande à être clairement défini ; chaque donnée recueillie est rattachée à l'un de ces niveaux, reliés entre eux par des relations d'appartenance.

Par ailleurs, chaque donnée est repérée non seulement dans l'espace et dans le temps, mais aussi par sa caractéristique (nature de la donnée), son protocole ou sa technique d'acquisition, sa motivation (dans quel objectif de recherche elle s'inscrit) et son niveau de précision. Chaque donnée devient alors une donnée initiale contrôlée (DIC), c'est-à-dire débarrassée le plus possible d'une interprétation monodisciplinaire.

Une remise en cause des concepts de base s'est alors révélée nécessaire : qu'est-ce qu'une donnée ? Quelles en sont les conditions minimales d'interprétabilité par plusieurs disciplines ? Comment gérer des sources d'information hétérogènes (mesures, interviews) ? Comment relier des informations qui intéressent des disciplines différentes ?

Ce questionnement a amené à la conception d'un système d'information transdisciplinaire (SIT). La démarche transdisciplinaire n'est pas une somme de disciplines : elle utilise les connaissances qui émergent des interactions entre les disciplines. Ces connaissances ne sont pas développées par les disciplines elles-mêmes.

Ce SIT, baptisé Ecordre, s'appuie sur un système de gestion de bases de données relationnelles (SGBDR) ; mais il est plus qu'une base de données. Son objectif est le développement d'une méthodologie de travail fondée sur des concepts, des outils et le savoir-faire des différentes disciplines, les concepts communs jouant le rôle de ciment entre les apports disciplinaires. Le produit final permet la conservation, la gestion et la restitution des données par requête, la requête pouvant être de nature interdisciplinaire.

L'application de ces concepts et outils au programme de recherche actuel sur la riziculture française (adaptation des exploitations rizicoles à de nouvelles contraintes économiques et environnementales) a conduit à une remise en cause des pratiques de travail et à une cri-

tique des démarches classiques adoptées par chaque discipline. L'effort de conceptualisation du modèle des données a permis de s'interroger sur la manière de gérer les recouvrements d'échelles, de générer de nouveaux protocoles d'enquêtes et une nouvelle façon d'enregistrer l'information. Le résultat est un modèle de données qui intègre les travaux de terrain des agronomes et des socioéconomistes, permettant ainsi la mise en relation de ces données entre elles et avec des données environnementales. Ce travail permet d'optimiser les phases ultérieures d'interprétation de la connaissance accumulée et constitue de ce fait un préalable à tout travail de traitement de synthèse et de modélisation.

Si le SIT Ecordre ne peut être un substitut à une problématique ou à un projet commun entre les disciplines, il constitue néanmoins, de par la rigueur de son formalisme, un outil d'intégration et d'interaction des connaissances pouvant améliorer l'efficacité du projet et favoriser l'émergence des problématiques interdisciplinaires. A ce titre, le SIT Ecordre participe à l'approche systémique, puisqu'il constitue un élément de méthodologie permettant de rassembler et d'organiser les connaissances en vue d'une plus grande efficacité.

Effective Participatory Research Involving Farmers, Nongovernment Organizations, National Agricultural Research Systems, and International Agricultural Research Systems, to Improve Food Security in Northern Benin

Versteeg Mark; Adnguidi Jean; Djenotin Jonas; Nonfon Richard
International Institute of Tropical Agriculture, Benin Station, Technology Transfer Unit; BP 08-0932, Cotonou, Benin Republic

High population pressure, a fragile environment, and an almost zero-input farming system dominated by sorghum and millet, have favored soil degradation and the development of the hazardous cereal parasite *Striga hermonthica*. Both factors are threats to food security in the Boukoumbé area of northern Benin, where the population has been shown to have poor nutritional status during several months of the year (Ategbo, van Liere 1993). Rapid rural appraisal of end 1992 confirmed this analysis and resulted in the creation of a young national research and development team. The team was able to carry out an exploratory trial involving 80 farmers—all highly motivated to take active part in the search for a solution to the *Striga* problem—in four villages.

Many farmers were eager to participate because they had been unsuccessful in their long-term efforts to deal with *Striga* (Versteeg, Koudokpon 1992). Their participation was enormously facilitated in villages where nongovernment organizations (NGOs) had good contacts and an efficient communication system with the villagers. However, NGOs had been unable to help the villagers find a solution to the *Striga* problem as they lacked the knowledge that would have enabled them to tackle it. The national research team filled this gap by providing new knowledge and materials, and hence improved farmers' chances of finding a solution, with the assistance of NGOs at village level. International research institutes are able to extend the possibilities available to national researchers. Nongovernment organizations were also keen to collaborate, because they would be the first to use successful knowledge and materials in extension to other villages where they are active. They contributed by making available some of their village agents. After being trained by the research team, the agents assisted the farmers and researchers with trial installation, data collection, and discussion and feedback at village meetings. The government extension service (CARDER) was also actively involved and contributed financially; its interest lay in future extension of effective measures on a wider regional scale.

Concerning the trial itself, in each farmer's field, six researcher innovations were tested on the basis of a dual strategy: (a) reduction of the *Striga* population in the major foodcrop sorghum, and (b) the search for alternative foodcrops that are immune against or more tolerant to this pest. Three innovations addressed strategy (a): (i) the ability of certain cowpea varieties to act as trap-crops for *Striga hermonthica* (Jongh et al 1993), (ii) the increased *Striga* tolerance of sorghum when transplanted (Berner et al 1994), and (iii) a more tolerant sorghum genotype from Cameroon. Strategy (b) involved (iv) the introduction, during the first rains, of three cassava varieties, of which (v) half of the plants were associated with the *Striga*-tolerant maize hybrid Oba Super 1. All treatments, tested (vi) with and without external inputs (fertilizer and cowpea insecticides), were easily monitored

by the participating farmers using a 'criss-cross' layout (Versteeg, Huijsman 1991). Female farmers were interested in the important role of the 'woman crop' cowpea, and of the possibility of postharvest processing of cassava to *gari*, for which a demonstration was organized shortly after the cassava harvest.

Most innovations had not previously been tested in the region under strictly researcher-managed conditions, hence there was a risk that several of the ideas would not be successful. To reduce possible risk, small plots of 70 m^2 were used per treatment, and inputs such as seeds, fertilizer, and insecticide were available at no cost. The possibility of failure was also clearly explained beforehand to interested farmers. Even so, there were more candidates wishing to participate than available materials would allow.

The results of 75 (out of 80) trials were suitable for quantitative analyses. Transplantation of sorghum reduced the number of *Striga* plants by a factor of three to four, but in most villages, grain yield also declined due to smothering of the cereal by local creeping varieties of cowpea and insufficiency of farmers' skills in nursery management and sorghum transplantation. However, in the village with most *Striga* and where an erect early cowpea was used, transplanting increased yields by 20–30%. Early cowpea, sown before transplanting, produced twice as much as the traditional mixcrop with sorghum. In three villages, yields of dry cassava chips were four times higher than that of the traditional sorghum/cowpea mixcrop, and cassava mixcropped with the maize hybrid Oba Super 1 yielded five and a half times as much. Inputs were economically unattractive for the traditional crops, but use of 29-14-23 fertilizer for the cassava/maize mixcrop was economically attractive for 80% of farmers.

These results indicate that cassava (especially the high-yielding TMS variety) planted during the first rains provides a viable alternative food crop that is immune against *Striga*. It will be used for some preextension campaigns during 1994, but consideration will be given as to how farmers can keep sufficient viable stalks throughout the dry season for early planting the following year. *Striga*-tolerant maize hybrid Oba Super 1 mixcropped with cassava gave good results, but its potential is compromised by the high price of inputs (seeds, fertilizer). Further research must therefore concentrate on cheaper alternatives for some of these inputs (*eg*, use of organic manure, biological nitrogen fixation) and the testing of the open-pollinated *Striga*-tolerant varieties being developed at the International Institute of Tropical Agriculture, Benin. Alternative crop associations such as early soya bean may be tested with the cassava.

In areas more heavily infested with *Striga*, where farmers continue to show interest in experimenting with the transplanting of sorghum, farmers' skill in this practice must be improved and trials will involve only early, and partly erect, cowpea trap-crop varieties. New alternatives for reducing *Striga* contamination—such as handpulling of flowering plants or eradication by directed 2.4 D applications—have received farmers' interest and will be tested in 1994.

The experience showed that (i) multiorganizational collaboration allowed exceptionally rapid implementation of effective participatory experimentation involving a large number of motivated farmers, and that (ii) several food crop alternatives acceptable to farmers, such as cassava and *Striga*-tolerant maize, could improve food security. However, (iii) expensive inputs will probably limit the use of some of these alternatives.

References

Attegbo EA, van Liere MJ. 1993. Variations saisonnières de l'état nutritionnel et la consommation alimentaire de la communauté Otammari de Boukoumbé. Cotonou, Benin: Département de Nutrition et Sciences Agro-Alimentaires, Université du Bénin.

Berner DK, Ikie FO, Aigbokhan EI. 1994. Some control measures for *Striga hermonthica* utilizing critical infection period on maize and sorghum. Paper presented at the conference Maize in Stress Environments, 28–31 March 1994, Harare, Zimbabwe.

de Jongh K, van Damme P, Berner DK. 1993. Suicidal germination of *Striga* seed using several trap crop varieties. Med. Fac. Landbouww. University of Gent 58(3a):983–993.

Versteeg MN, Huijsman A. 1991. Trial design and analyses for on-farm adaptive research: the 1988 maize trial in the Mono province of Benin. Pages 111–121 *in* On-farm research in theory and practice (Mutsaers HJW, Walker P, eds.). Ibadan, Nigeria: International Institute of Tropical Agriculture.

Versteeg MN, Koudokpon V. 1992. Méthodologie de l'expérimentation en milieu réel. Pages 54–67 *in* Pour une recherche participative. Stratégie et développement d'une approche avec les paysans au Bénin (Koudokpon V, ed.). Cotonou, Benin/Amsterdam, The Netherlands: Direction de la Recherche Agronomique/Institut Royal des Tropiques.

Quests for Methodology to Improve Systems-Oriented Research in Agriculture and Rural Development in Bangladesh

Razzaque MA[1]; Chowdhury MK[2]; Mallick RN[3]; William RD[3]

[1]Bangladesh Agricultural Research Council, New Airport Road, Farmgate, Dhaka 1215, Bangladesh
[2]Bangladesh Agricultural Research Institute, Joydebpur, District of Gajipur, Bangladesh
[3]Department of Agriculture and Life Science 4017, Oregon State University, Corvallis, Oregon 97331–7304, USA

Abstract

Farming systems research has been practiced for about 20 years by the Bangladesh National Agricultural Research System. The existing program has several weaknesses. New programs for technology verification and transfer are being encouraged to emphasize the participatory systems approach, to consider the holistic perspective, and to involve the collaboration of farmers, on-station researchers, government extension agencies, and nongovernment organizations. Priority is also being given to evaluation of technology adoption/adaptation by farmers.

Background

In Bangladesh, on-farm research began in mid-1950. A systems approach was incorporated in 1974. To date, farming systems research (FSR) has placed the emphasis on (a) verification of on-station results, and (b) adaptation of available technology to farmers' requirements for the packaging of improved cropping patterns. However, adoption of technologies by farmers has been slow, and the involvement of on-station research and extension agencies inadequate.

Current Approaches

Farmers in Bangladesh practice mixed farming. They grow several crops and vegetables, have fruit trees, and raise livestock on the homestead; often they raise fish. Farming systems research began with on-farm research on rice and sugar-cane. Other crops were then incorporated, and also, gradually, livestock, fisheries, homestead, and agroforestry. However, these elements were not integrated in a holistic perspective. On-farm trials are planned primarily by researchers, and technology transfer is conducted through government agencies. Farmers were in free receipt of inputs rather than having a role as active participants.

Future Thrust

In view of the weaknesses of the current program, alternative FSR programs are proposed that highlight and test a number of strategies (Chowdhury et al 1993):

- improvement of farmer participation in all phases of FSR;
- interaction between on-station researchers and FSR practitioners;
- initiation of research into emerging issues (*eg*, risk analysis, gender, sustainability of production systems and technology transfer);
- pluralism in technology transfer through incorporation of nongovernment organizations (NGOs) and agribusiness agencies, and the creation of farmers groups;
- evaluation of technology adoption/adaptation, and the subsequent impact on farmers' welfare.

Conclusion

In Bangladesh, the FSR program of the future ought to place more emphasis on a bottom-up approach involving farmer participation. It would incorporate holism in a systems approach by ensuring that emerging issues are integrated, and encourage pluralism in technology transfer (Figure 1). Its implementation would require greater commitment from researchers and the active support of policymakers.

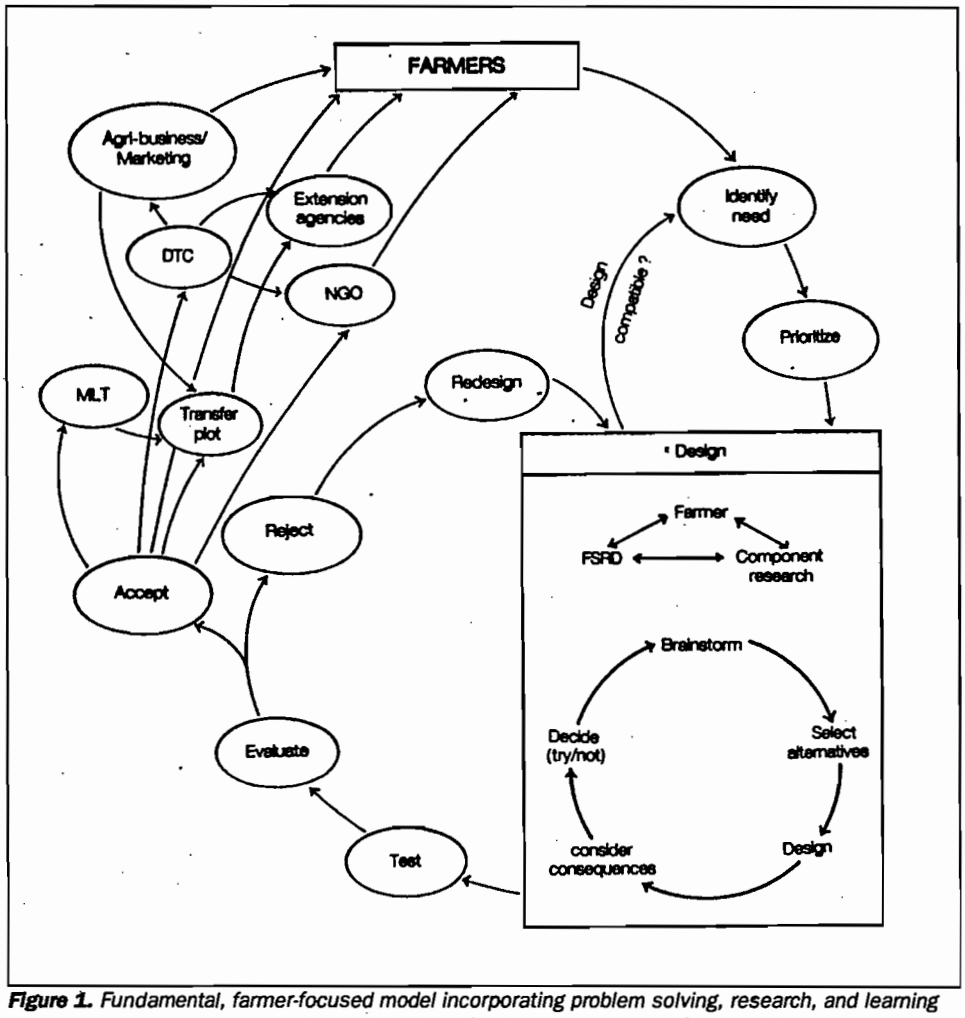


Figure 1. *Fundamental, farmer-focused model incorporating problem solving, research, and learning processes used to generate and test feasible technologies and to transfer promising improvements or problems to the appropriate organization. Other actors include scientists and farmers involved in FSR and development, and commodity researchers. (Modified from Kolb 1984; Wilson, Morren 1990)*

References

Chowdhury MK, Razzaque MA, Alam ABMM, William RD, Gilbert EH, Mallick RN. 1993. Methodological guidelines for farming systems research and development in Bangladesh. Dhaka, Bangladesh: Bangladesh Agricultural Research Council. 122 pp.

Kolb D. 1984. Experimental learning: experience as the source of learning and development. Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice Hall.

Wilson K, Morren Jr GED. 1990. Systems approaches for improvement in agriculture and resource management. London, UK: Macmillan.

Farm Organization Principles as Part of Farming Systems Theory

Pfelffer Albrecht
University Leipzig, Department of Tropical Agriculture, Fichtestraße 28, Leipzig D-04275, Germany

Farming systems research aims to develop farms in cooperation with farmers. This requires progress in theory and measures to apply results to agricultural practice.

The definition of terms forms the basis of every theory development. It appears to be necessary to distinguish 'land-use system', as used in the regional classification of agricultural production systems, from 'farming systems', as used to classify agricultural production units.

A land-use system is characterized by the way in which soil fertility is utilized and preserved or enhanced. This is the consequence of the farming methods applied under the economic and natural conditions of production at a given time in a certain region. Land-use systems should be used in the analysis of agricultural regions. They cannot reflect the diversity of farm types and their development, but they may provide a good basis for regional planning.

The farming system may be defined as a production unit where a team equipped with certain means of production uses natural resources according to economic and social targets dependent on external political, social, and economic conditions, and on internal factors such as ownership, cultural traditions, knowledge, and motivation of the cultivators.

According to these definitions, land-use systems are, eg, shifting cultivation systems and pastoral systems, while farming systems are, eg, subsistence peasant farms, coffee farms, and coffee plantations.

Farming systems theory includes application of systems theory and of the theory of farm organization. Farm organization is the result of integrating and differentiating factors. These factors determine the framework of farm branches and its structure within farm organization. Concentration, specialization, combination, and cooperation are the four basic forms of farm organization that shape the farm in different ways.

Concentration influences the farm size in acreage and in animal stock and depends on the level of intensification of agricultural production. For example, the uses of machinery demands a higher concentration, ie, larger production units. The requirements of the cultivators and their families, and utilization of available technology, including family labor capacity, are main determinants of farm size. Land ownership and social and political factors often influence the farm structure.

Specialization marks the process of adaptation to natural and economic conditions of production and marketing. Market conditions feature highly in specialization. The process must be halted if short-term economic advantages are being pursued, as sustainability is endangered. Specialization demands that a main branch and supplementary branches are determined. Knowledge of the agronomic, technological, and economic characteristics of farm branches in tropical agriculture remains limited and is not sufficient for the selection of branches according to farm-organization principles.

The combination of production branches makes it possible to combine economic and ecological targets in the tropics. Crop rotation should maintain soil fertility, equilibrate seasonal labor demand, help exploit byproducts, and reduce risks. Combination is typical of the organization of small farms. It reduces excessive specialization and allows a compromise between decreasing costs by specialization and cost reduction by the so-called gratis factors of combination.

Cooperation is the production-based interaction of farms in specialized production systems (cooperation of dairy farms with cattle farms) or the coordinated use of means of production and labor forces within a farm.

Farm organization also depends on farmers' targets. In developing countries, knowledge about these targets is still insufficient. The assumption that increasing farm income is the only scale of economic and social progress for the farmers and their families is highly questionable. The economic targets embody subsistence, risk minimization, full use of labor capacity, peasant family income, and profit. These targets have a certain hierarchy depending on farm type. In any case, they should be linked with sustainability. Research must concentrate on the hierarchy of targets with respect to farm types and the consequences of this hierarchy for farm organization. If we compare the hierarchy of economic targets of the three types of farm we may find the sequence shown in Table 1.

Table 1. Hierarchy of economic targets for three types of farm.

Subsistence peasant farm	Market-oriented peasant farm	Commercial plantation
Subsistence	Peasant family income	Profit
Risk minimum	Risk minimum	Exploitation of fixed assets
Full use of family labor capacity	Full use of family labor capacity	Minimize wage costs

The organization of subsistence peasant farms is based largely on combination. This combination of many agricultural branches is necessary to satisfy the requirements of the farmer's family in food, clothes, housing materials, and energy. Combination of a large number of production branches reduces the risk of pest and disease damage, which, most often, would affect only some branches. At least combination of branches allows continuous use of family labor throughout the year. Analysis of subsistence farms in Ethiopia revealed that up to 15 branches are combined within a small farm of 1–2 ha.

Market-oriented peasant farms are mostly specialized in one main branch, which is the dominant cash crop. Supplementary branches will be selected to complement the main branch in conserving soil fertility by crop rotation, in using family labor when not required for the main branch, and in exploiting byproducts of the main branch as fodder.

Commercial farms, often plantations, tend to specialize in only one main branch according to market conditions. Monoculture appears to be the best way of exploiting the fixed assets needed for specialized production. Hence, highly specialized banana plantations in Latin America have little interest in using surplus bananas for pig fattening, nor sugar-cane plantations in using byproducts for cattle fattening.

In developing countries, the peasant farm will provide the focal point. The majority of peasant farms in developing countries produce for the market, but the great changes in their production systems due to the introduction of modern technology have not been accompanied by farm reorganization oriented towards sustainability of natural resources.

The scientific target for the tropics is not to find the ideal peasant farm, but to formulate the basic principles of farm organization.

A Farming Systems Research/Extension Model Underway in Santa Catarina, Brazil: A Critical Analysis

Pinheiro SLG[1]; Pearson CJ[1]; Ison RL[2]

[1]Department of Crop Sciences, The University of Sydney, NSW 2006, Australia

[2]Systems Department, The Open University, Milton Keynes, UK MK7 6AA

A multidisciplinary farming systems research/extension (FSR/E) project led by the state agricultural research and extension enterprise (EPAGRI) is underway in Santa Catarina, southern Brazil. It is based on the cyclic farmer-first-and-last model and local experiences of failures with the traditional reductionist, disciplinary, and product-oriented approach. However, reflection on the processes undertaken indicates that this project is strongly embedded within the transfer of technology (TOT) paradigm. Although the TOT model has shown itself to be appropriate in some circumstances, alternative approaches have been explored recently. These seek to address criticisms and failures of TOT in relation to development of the rural poor. In this paper, we consider an alternative participatory paradigm, based on the constructivist theory of communication. This analysis forms the basis of research that compares some of the outcomes of the existing project with those of a participatory project in the same farming systems.

The current project involves four phases (Table 1). The diagnostic phase arose from the need for 'experts' (mainly researchers) to know how the farmers organize and manage their farming systems, and to understand better the environment in which they interact. This step is based on the collection of secondary (census) data, closed questionnaires, and formal interviews. The typology phase was included with the aim of showing that farmers are not homogeneous and technologies not neutral. The classification is based only on quantitative methods (cluster analysis) according to farmers' physical and financial resources. In addition, there was a trend to 'package' farmers in specific groups in order to facilitate the transference of predetermined technologies. The monitoring phase provides better understanding of the stochastic and dynamic aspects of typical farming systems monitored over one or two years. Experts control the activities. The focus is on physical, biological, economic, and financial issues, and on discovering what is 'wrong' and what should be changed (from an outsider's viewpoint). Although at the beginning of this phase, farmers and farming systems appeared to be being 'watched and studied in a cage', in practice, interaction between experts and farmers was the most intensive during this stage. On some occasions, farmers changed from being passive observers to being active collaborators. Also, the systematic process of visiting communities and talking to farmers provides outsiders with a real opportunity to understand better, and to reflect about and interact within the systems. In the development phase, the scientists made some recommendations to the farmers (eg, concerning soil conservation and flood control). These recommendations reflect the influence of the TOT approach, in which experts take responsibility for improving the performance of the farming systems. However, farmers were not enthusiastic about most of the proposed changes, which was reflected in their unwillingness to take on responsibility and to conduct research and development actions within the context of the FSR/E project.

On reflection, although the FSR/E model underway in Santa Catarina (and most other existing FSR/E models) represents a reaction against the TOT approach, it operates as an extension of TOT—the basic theoretical framework remains. As a consequence, the results of such models make little difference. We argue that it is necessary to consider a new paradigm that offers different interpretations for metaphors such as communication, participation, knowledge, ignorance, information, reality, learning, research, extension, and development. Using the Santa Catarina experience as an example, Table 1 summarizes the main features in each phase of the current model and suggests alternatives under a constructivist communication approach.

Acknowledgment

This research was sponsored by the Brazilian Council for Scientific and Technological Development (CNPq).

Table 1. The FSR/E model applied in Santa Catarina, Brazil, and alternatives taking a constructivist communication approach.

	Current model	Alternatives
Diagnostic		**Context understanding**
	❑ Search for objectivity/single reality (positivism)	❑ Built a 'richer picture' of the context.
	❑ Data collection with focus on quantitative information	❑ Focus on dialog and exchange of qualitative information
	❑ Emphasis on problem identification and prescribed solutions (outsiders' interpretations)	❑ Emphasis on problem formulation and situation improvement (farmers' perspective)
	❑ Focus on closed questionnaires followed by formal interviews (what people do)	❑ Participative methods such as participatory rural appraisal,semi-structured and focus-group interviewing (how people make sense of what they do)
	❑ Predominance of 'rapid rural tourism'	
Typology		**Group organization**
	❑ Identification of homogeneous groups (types) of farming systems	❑ Identification of groups of farmers with 'common enthusiasm for action'
	❑ Quantitative analysis based on farmers' physical and financial resource levels	❑ Qualitative analysis based on farmers' objectives, needs, attitudes, and theories
Monitoring		**Systems understanding**
	❑ Farming systems selected and monitored by experts (with farmers' agreement)	❑ Farming systems selected and studied in conjunction with farmers and experts
	❑ Focus on physical, biological, economic, and financial aspects (what is happening)	❑ Focus on anthropological, behavioral, and cultural aspects (why is it happening)
	❑ Search for what is wrong (experts' view)	❑ Search for improvements (farmers' view)
	❑ Data gathering and information giving viewed as distinct processes (transmission mentality)	❑ Farmers' experience and perspectives are valued, with information and decisions being shared (not only transferred)
	❑ Experts remain outside the systems, deciding and controlling most of the actions. Farmers participate as observers and collaborators	❑ Experts reflect and interact within the systems, facilitating a network of conversations
Development		**Participative action**
	❑ Central source of knowledge/power (top-down)	❑ Knowledge/information are socially constructed and power sharing is encouraged
	❑ Participation is a project goal. Predominance of hierarchical and consultative participation ('power over' and 'power with')	❑ Participation is viewed as a process. Predominance of autonomous participation ('power to')
	❑ Knowledge viewed as 'absolute truths'. Emphasis on conventional scientific research and extension (eg, traditional trials, field days)	❑ Tacit knowledge and ignorance are explored. Focus on informal and participative activities (eg, story telling, community theater)
	❑ Research 'on' things and 'on' people	❑ Research 'with' people (co-learning process)
	❑ Learning, problem solving, and research viewed as distinct processes	❑ Research, technology, and development result from a cooperative process of inquiry
	❑ Development is more dependent. Most actions and recommendations are based on experts' interpretations. Focus mainly on on-farm issues (production and productivity)	❑ Emphasis on self-development. Farmers set their own agenda and priorities of action. This may include issues 'beyond the farm gate' (eg, marketing and political aspects)
	❑ On-farm experimentations usually designed and controlled by experts. Farmers participate more as collaborators	❑ Responsibilities for action are shared between farmers and experts. The latter act as facilitors of the learning community

Mise en place d'un réseau de suivi de systèmes d'élevage

L'élevage bovin en Martinique

Royer V.[1] ; Huguin A.[1] ; Ravisé J.-F.[1] ; Paul J.-L.[2]

[1]CEMAGREF, BP 694, 97664 Fort-de-France, Martinique

[2]Université Antilles-Guyane, 97159 Pointe-à-Pitre, Guadeloupe

Résumé

La dégradation de la situation de l'élevage bovin en Martinique a incité à étudier plus précisément les exploitations pratiquant cette production. Il a paru opportun de consacrer cet effort de recherche aux exploitations associant l'élevage aux cultures légumières. Un réseau de suivi est mis en place à cet effet.

Problématique

L'agriculture des départements français d'outre-mer est caractérisée par la juxtaposition d'une production moderne, spécialisée, objet de l'attention des organismes de développement et des pouvoirs publics, et d'une agriculture traditionnelle, moins structurée, plus diversifiée et souvent ignorée des programmes de développement. Pourtant, l'enjeu économique et social est de taille ; dans des régions gravement touchées par le chômage, l'activité agricole traditionnelle assure une part indispensable du revenu de milliers de familles.

Cela est vrai pour l'élevage bovin en Martinique, où 92 % des 7 300 éleveurs ont moins de 10 têtes mais regroupent près de 50 % du cheptel. D'autre part, on observe depuis vingt ans une dégradation du secteur de l'élevage : diminution de 36 % du cheptel et de 28 % du nombre d'élevages de moins de 20 bovins.

Afin de comprendre ce phénomène et d'identifier les conditions de viabilité des systèmes d'élevage, le CEMAGREF (Centre national du machinisme agricole, du génie rural, des eaux et des forêts, France) met en place un programme d'étude du fonctionnement d'exploitations pratiquant l'élevage bovin.

Compte tenu de la faible importance macroéconomique de l'élevage bovin (6,3 % de la production agricole finale) et malgré sa fonction sociale indéniable (il représente 49 % des exploitations agricoles) et son rôle majeur dans l'occupation de l'espace (51 % de la surface agricole est occupée par des surfaces en herbe), les moyens affectés à ce programme sont limités : un technicien à plein temps et un ingénieur à temps partiel.

Démarche

Compte tenu du contexte, nous avons eu deux approches distincte, la première pour les élevages modernes, la seconde pour l'ensemble de la population.

Dans le premier cas, il s'agit de produire des références technicoéconomiques servant de normes pour l'installation et le fonctionnement technique d'ateliers spécialisés. Ces références sont obtenues en complétant les informations techniques et économiques dont disposent les coopératives et la chambre d'agriculture par des suivis techniques d'ateliers, des enquêtes spécifiques et des simulations de résultats économiques.

C'est la seconde approche, lancée en 1991, qui est l'objet de ce document. Nous avons procédé en plusieurs étapes.

Identification de la diversité

Diversité qualitative. Des enquêtes exploratoires visant à mettre en évidence la diversité de la population des éleveurs quant au fonctionnement de l'élevage et à sa place dans l'exploitation ont été réalisées de 1991 à 1993 par quatre stagiaires. Elles ont porté sur 170 élevages situés dans 7 des 34 communes de l'île, sélectionnés à partir de listes diverses de manière à avoir toutes les combinaisons entre âge de l'éleveur et taille du troupeau.

Diversité quantitative. Fin 1993, le Service statistique de la direction de l'Agriculture de Martinique a réalisé une enquête au dixième portant sur la structure de l'ensemble des exploitations agricoles. Nous nous sommes associés à cette enquête avec un questionnaire complémentaire sur les pratiques d'élevage. Les enquêteurs de l'administration ont ainsi visité 593 exploitations ayant des bovins.

Cette enquête a permis de quantifier les pratiques d'élevage et d'évaluer l'importance relative des différents types d'élevage.

Choix raisonné des types à étudier plus précisément. Il s'agit de choisir les types les plus intéressants à connaître, et surtout à faire connaître aux élus et autres décideurs, en tant qu'ils représentent un enjeu social et économique (en matière de maintien d'emplois en particulier).

Mise en place d'un réseau de suivi d'exploitations ayant des bovins

Il s'agit d'un suivi sur l'ensemble de l'exploitation afin de resituer le système d'élevage au sein du fonctionnement global de l'exploitation (allocation des ressources travail-terre-capital, principaux résultats économiques par production) dans la perspective d'actions ou de propositions techniques ou organisationnelles en matière d'élevage.

Aucune recherche de ce type n'avait encore été menée dans ce sens aux Antilles françaises sur des exploitations de polyculture-élevage. Toutefois, le Laboratoire d'agronomie tropicale de l'Université Antilles-Guyane travaille depuis longtemps sur les systèmes d'exploitation dans la région. De plus, la Station de recherches zootechniques de l'INRA-CRAAG, qui est aussi associée à notre programme, étudie les systèmes de production caprin en Guadeloupe et a participé à une action de recherche-développement du CIRAD-EMVT sur les systèmes d'élevage traditionnels en Guadeloupe.

Résultats

Quatre grands groupes d'éleveurs, regroupant plusieurs sous-types, ont été mis en évidence en fonction de l'objectif de l'élevage, sa place dans l'exploitation et sa conduite :

- les éleveurs professionnels (moins de 500 personnes) ont des élevages spécialisés, de taille relativement importante. Du fait de la taille réduite de l'île, il est difficile d'imaginer un développement de l'élevage fondé sur ce type de structure ;
- les propriétaires d'animaux (1 000 à 1 500 personnes, la plupart âgées) seraient en voie de disparition ;
- les éleveurs de loisir ne vivent pas de l'agriculture ; l'élevage est pour eux une activité marginale et facultative d'un point de vue économique ;
- restent environ 2 000 petits et moyens agriculteurs, associant l'élevage aux cultures. Le pôle agriculture peut être organisé autour de la monoculture de banane pour l'exportation ou de la polyculture vivrière et légumière.

On peut raisonnablement imaginer que la production bananière va subir le même type d'évolution qu'ont connu les céréales, voire le lait, en Europe : course au rendement et à la qualité, disparition des petites exploitations incapables de se moderniser pour des raisons économiques ou techniques (topographie). Dans un futur plus ou moins proche, les petites exploitations bananières devront probablement se reconvertir.

Finalement, nous avons choisi de cibler notre étude sur les petites et moyennes exploitations associant l'élevage bovin à des cultures légumières ou vivrières. En effet, d'une part, les productions légumières présentent le même type d'évolution que l'élevage bovin (diminution d'environ un tiers des surfaces et du nombre d'exploitations en vingt ans) ; d'autre part, les relations élevage-culture légumières sont souvent étroites, pâturage de jachères, production de fumier, etc. Il y a parfois concurrence en matière d'utilisation du foncier, du temps de travail et d'investissement.

Nous avons ainsi distingué les polyculteurs-éleveurs des maraîchers-petits éleveurs. Les premiers disposent de plus grandes surfaces, sont mieux équipés (clôtures) et apportent plus de soins à leurs bovins, qui sont la plupart conduits au pâturage libre. Les seconds, du fait de surfaces plus réduites ou de manque de capital (agriculteurs en phase d'installation), élèvent leurs animaux uniquement à l'attache et disposent de moins de temps et de moyens pour les soins.

Le réseau débute avec treize exploitations mais comprendra à terme une vingtaine d'exploitations réparties dans trois petites régions. Il procédera à une collecte mensuelle des informations.

Conclusion

La très grande hétérogénéité des systèmes d'élevage, la faiblesse relative des moyens affectés au programme et le coût très élevé d'un suivi rapproché contraignent à trouver un équilibre entre la prise en compte de la diversité des systèmes et l'opérationnalité du réseau.

Sécurisation foncière et relations entre agriculture et élevage au lac Alaotra (Madagascar)

Garin Patrice[1] ; Teyssier André[2] ; Elson Lucien N.[3]

[1]CIRAD-SAR, BP 5035, 34032 Montpellier cedex, France

[2] CIRAD-SAR, BP 5035, 34032 Montpellier cedex, France

[3]Projet Imamba-Ivakaka, Ambatondrazaka, Madagascar

Introduction

Le succès d'un aménagement hydroagricole peut aboutir à sa destruction. A Madagascar, les périmètres rizicoles construits dans la plaine du lac Alaotra par la SOMALAC (Société malgache d'aménagement du lac Alaotra, privatisée depuis 1991) à partir de 1960 atteignent un point de saturation : l'attraction exercée depuis trente ans par les lots de rizières aménagées a conduit à une immigration sans précédent, qui se reporte aujourd'hui sur les marges des réseaux, dans les bassins versants dominants ; de plus en plus d'exploitations investissent leurs bénéfices dans l'acquisition de troupeaux de bœufs, qui parcourent les *tanety* — collines — les plus proches. Ces nouvelles dynamiques de l'espace déstabilisent les équilibres écologiques du système agraire et justifient des interventions de protection des bassins versants qui lient systèmes d'élevage et agriculture dans un cadre foncier sécurisé.

L'aménagement des bassins versants : un référentiel technique ancien peu intégré aux pratiques paysannes

L'ensablement permanent des réseaux hydroagricoles du lac Alaotra impose des réhabilitations répétées, qui grèvent la rentabilité des aménagements. Les modes d'exploitation extensifs des bassins versants contribuent à aggraver diverses formes d'érosion (*lavaka*, ruissellement) sur un milieu fragile. Parallèlement, les débits d'étiage des cours d'eau baissent, réduisant ainsi les possibilités de mise en eau précoce, bases de l'intensification de la riziculture irriguée.

Ce constat n'est pas nouveau. Des opérations de protection de bassins versants ont aménagé depuis quarante ans des milliers d'hectares en courbes de niveau, en plantations d'eucalyptus et en pâturages améliorés, parfois appuyés par des programmes de vulgarisation. Pourtant, à quelques exceptions près, ces techniques ne sont toujours pas intégrées aux pratiques paysannes. Ces actions, issues de travaux de recherche en milieu contrôlé, ont apporté les résultats techniques escomptés dans le cadre de travaux conduits en régie ou par travail obligatoire des producteurs. Les raisons de l'abandon de ces propositions se situent avant tout dans l'insuffisante prise en compte des conditions de leur appropriation par les producteurs, compte tenu des contextes démographique et économique.

L'identification des acteurs, de leurs objectifs, de leurs stratégies d'exploitation du milieu et de leurs capacités à participer à un aménagement apparaît comme un préalable évident à ce type de projet. Qui revendique les espaces à aménager, avec quel poids économique, social et institutionnel dans la société rurale, pour quelles utilisations à court terme et quelles finalités à long terme ?

Flux migratoire, conflits fonciers et processus d'extensification

Depuis un demi-siècle, l'Alaotra accueille un flux ininterrompu de migrants. La pression démographique — taux moyen d'accroissement annuel sur 36 ans : 4,5 % — joue un rôle moteur dans l'évolution de deux fronts pionniers combinés. On assiste simultanément à un morcellement des rizières anciennement aménagées, à une ascension de l'agriculture vers l'amont des bassins versants, accaparant les meilleurs parcours, et à une conquête de la rizi-

culture inondée vers l'aval, en direction des marais. Une situation particulièrement conflictuelle prévaut à l'amont de la plaine lacustre, les pâturages couvrant de moins en moins les besoins du bétail.

Dans un tel climat d'insécurité et en l'absence d'autorité capable d'arbitrer ces conflits, tout aménagement individuel est condamné. Les stratégies de dispersion des risques par une exploitation extensive et minière sont adaptées à ce contexte, même si elles apparaissent en contradiction avec les besoins d'une population en forte croissance sur un espace où l'extension des surfaces cultivables impose des contraintes de plus en plus fortes en termes de désenclavement, d'aménagement hydroagricole ou de transfert de fertilité.

Une action en deux temps : la sécurisation foncière et l'intégration de l'élevage à l'agriculture

En dehors de tout projet de développement, des prémices d'intensification s'ébauchent sur quelques sites particuliers de l'aval, sans véritable impact à l'échelle de la région. Deux approches complémentaires ont alors été mises en œuvre au sein de deux projets de gestion de l'espace rural. Elles consistent en une intervention immédiate, visant à sécuriser les droits fonciers des différents usagers des collines, préalable à des aménagements réalisés par ces derniers et complétée par des appuis à moyen terme, dont l'ambition est de réduire la pression sur les parcours en accès libre.

La chronologie des actions relatives à la sécurisation foncière s'établit comme suit. A l'initiative de quelques producteurs intéressés, le projet participe à l'identification d'une zone à aménager, de ses usagers et des revendications foncières de chacun. Une carte des limites de propriété est dressée ; elle servira de référence à un dossier de demande d'immatriculation, dont la procédure, grâce à des raccourcis tout à fait légaux, a été accélérée à la condition que les producteurs aient réglé eux-mêmes leurs problèmes de délimitation. La tâche du service des Domaines s'en trouve nettement simplifiée. En l'absence d'oppositions, la vingtaine d'adhérents que compte chaque groupe d'usagers peut espérer une immatriculation en un an au lieu de vingt en cas de demande individuelle classique. Le projet anime également une réflexion afin de préciser les objectifs d'aménagement des collines prévus par chaque membre. La cohérence d'ensemble est discutée ; un schéma d'aménagement est établi par les producteurs en fonction d'une légende remise par le projet, sur le même fond de carte que le parcellaire. Une équipe technique prend ensuite le relais pour aider à la réalisation des plantations d'arbres, à la conception d'un chemin de desserte des bas-fonds, etc.

Les interventions visant à améliorer les relations entre agriculture et systèmes d'élevage bovin abordent la question de la restitution de la fertilité sur les collines, pour laquelle une réduction de la charge pastorale est impérative, en essayant d'intégrer aux schémas d'aménagement une gestion sylvopastorale moins prédatrice. En outre, un accroissement du volume de la fertilité transférée est indispensable pour accompagner une expansion agricole durable sur les versants. Les actions ont concerné trois domaines : la santé, la réduction de la fonction de thésaurisation du cheptel extensif, l'intensification de l'élevage des animaux intégrés à l'exploitation. Un réseau privé de pharmacies vétérinaires à été monté à l'échelle régionale. De nouvelles formules d'épargne ont été testées sous forme de stockage du paddy et d'embouche bovine. Des référentiels techniques, partant d'une analyse de la diversité des pratiques d'élevage, des besoins et des contraintes exprimées par les agroéleveurs, ont été élaborés et diffusés. Ils portent sur l'utilisation des résidus de cultures, les productions fourragères, le logement des animaux, le fumier, les vaches laitières et l'embouche en fin de carrière pour les bœufs de trait.

La protection des bassins versants de l'Alaotra passe par une approche complémentaire associant sécurité foncière et transfert de fertilité. Sans droit sur le sol, aucun producteur ne souhaite s'impliquer dans une opération de gestion sylvopastorale de l'espace. Le pâturage parcouru par tous ne mérite l'attention et les efforts de personne ; chaque individu souhaite en profiter au maximum, sans contrepartie ni restitution. Sans réduction de la pression du cheptel bovin sur les parcours de collines, aucun aménagement forestier ne résiste à la divagation des troupeaux. L'enjeu est de taille, puisqu'il s'agit d'assurer et de pérenniser le bon fonctionnement d'infrastructures hydroagricoles particulièrement onéreuses et d'importance stratégique pour Madagascar.

Rotation collective et mise en place individuelle de l'assolement dans les Andes

Hervé Dominique
ORSTOM, Casilla 9214, La Paz, Bolivie

Résumé

La coexistence, dans des systèmes agropastoraux très intégrés, d'une rotation collective, respectée par tous sur une portion du territoire, et d'assolements individuels, concernant dans un espace plus vaste l'ensemble de chaque exploitation, caractérise les communautés andines d'altitude (3 400 à 4 200 m). Dans les secteurs en rotation (aynuqa), les intercultures de quelques mois comme celles de dix ans en fin de succession sont pâturées librement par tous les troupeaux, alors que, sur les parcelles proches des habitations (sayaña), *les intercultures sont privées. Cette situation illustre la question beaucoup plus large de l'efficacité des gestions agropastorales collectives ou privées. Un suivi, dans une communauté de l'altiplano central bolivien située à 3 800 m d'altitude, des labours et de la mise en culture des parcelles d'aynuqa, de 1990 à 1993, est confronté aux déterminants et conditions de mise en place de l'assolement au niveau de l'exploitation. La sole à labourer étant définie par la communauté, on constate une variabilité des pratiques des agriculteurs selon l'année et selon les contraintes de leur système de production. On approche ainsi la façon dont la gestion de l'exploitation prend en compte les normes et décisions collectives.*

Conclusion

On constate, dans les secteurs d'*aynuqa*, des variations par rapport à la norme collective de rotation, en fonction du climat de l'année, de la taille et de la pente des soles à labourer, des résultats de l'année précédente (labours réalisés, récoltes). En effet, chaque agriculteur adapte son propre assolement au climat, aux surfaces disponibles chaque année dans les aynuqas et à celles dont il dispose en *sayaña* ainsi qu'aux contraintes de fonctionnement de son exploitation. Son assolement résultera des possibilités de réalisation d'une série d'opérations, depuis les labours jusqu'aux semis, et d'arbitrages vis-à-vis de la main-d'œuvre, de l'utilisation de paires de bovins ou du tracteur, et de parcelles en *sayaña* ou en *aynuqa*. La gestion du territoire est collective et individuelle ; d'où l'importance des travaux concernant les décisions familiales et la gestion du temps, qui devront compléter ceux, plus nombreux dans les Andes, concernant la communauté paysanne et la gestion de l'espace.

La rotation est fixée par une norme collective sur l'*aynuqa* : première année de pomme de terre suivie de deux années d'orge essentiellement fourragère et/ou quinua *(Chenopodium quinoa)* et dix années de jachère pâturée. Chaque année, un nouveau secteur d'*aynuqa* est donc labouré pour une culture de pomme de terre. Dans chaque secteur labouré depuis 1990 on choisit des transects orientés de manière à recouper les hétérogénéités de topographie et de sols et en nombre suffisant pour observer l'état, labouré ou semé, d'au moins 100 parcelles. Ce chiffre représente 12 % du total des parcelles présentes dans un secteur, sur la base des 200 familles recensées dans la communauté de Pumani et d'une moyenne, estimée à partir de quelques enquêtes, de quatre parcelles par famille. Le pourcentage de parcelles ayant tel ou tel état à une date donnée est extrapolé à l'ensemble du secteur considéré. Les mêmes transects sont suivis, pour une même sole, durant les trois années de culture, permettant ainsi des comparaisons interannuelles.

Le labour de jachère (interculture longue), seul travail du sol durant la succession si l'on exclut les semis, consiste en deux passages croisés d'araire ou un passage de disques (tracteur) dans l'une des trois périodes où l'humidité du sol le permet (précipitation cumulée supérieure à 10 mm) : en mars-avril, avant la fin des pluies ; en juin-août, après une chute de neige ; en octobre, juste avant le semis.

Le cumul des précipitations de jours jointifs sur ces trois périodes discrimine les années : 1993 (1 : 63 mm ; 2 : 19 mm ; 3 : 82 mm) et 1990 (1 : 35 mm ; 2 : 48 mm ; 3 : 58 mm) sont favorables ; 1989 et 1991 ne disposent que de l'une des deux dernières époques pour compléter les travaux ; 1992 est une année déficitaire (1 : 32 mm ; 2 : 0 mm ; 3 : 40 mm).

On est moins sûr d'obtenir l'humidité suffisante pour le labour durant les périodes 2 et 3 que durant la première période. En 1992, le déficit de précipitations s'est traduit par 48 % de non-labour, obligeant les agriculteurs à labourer la même sole l'année suivante et à cultiver, cette année-là, la pomme de terre derrière pomme de terre sur la sole destinée aux grains. En 1991, sur une sole en pente, 68 % des parcelles étaient labourées à la fin des pluies mais 16 % restaient non labourées. En 1993, sur une sole en plaine, 19 % des parcelles n'ont pas été labourées, malgré le recours au tracteur. Le labour est l'étape la plus sensible de la mise en place de l'assolement. Les semis de quinua, la deuxième année, dépendent des précipitations pré-

coces de septembre. En 1989, 60 % des parcelles étaient semées en quinua ; les années suivantes, moins de 20%, le complément étant normalement semé en orge. Mais jusqu'à un quart des parcelles n'étaient pas semées après la première ou la deuxième récolte.

On ne peut pas non plus expliquer par le climat les 38 % de non-labour en 1990. En plaine, 30 % des terrains ont été labourés au tracteur et 15 % des parcelles ont été semés en orge au lieu de la pomme de terre sur des labours tardifs. C'est que la surface à labourer avait presque doublé (380 ha en 1989, 632 ha en 1990) à la suite de la décision collective, prise lors de l'assemblée communale annuelle du mercredi des Cendres, de réunir deux secteurs d'*aynuqas* qui devaient normalement être cultivés deux années consécutives. Ceux qui disposaient de plus de terre n'y avaient pas intérêt, mais, sous l'arbitrage final d'un président de communauté d'origine urbaine, ils acceptèrent, pour une année, d'offrir aux jeunes une possibilité d'accès à un plus grand nombre de parcelles, sans doute aussi pour éviter qu'ils partent travailler à l'extérieur de la communauté. Tous les agriculteurs n'ont pas pu s'adapter de la même façon à cette situation.

Les non-labours en *aynuqa* s'expliquent également par une série de causes, différentes selon les agriculteurs, qui sont apparues nettement en 1990 : priorité donnée par certains à la *sayaña*, éloignement du secteur, manque de main-d'œuvre ou de paires de bovins en âge de travailler associé à un manque d'argent pour louer un tracteur et, finalement, manque de semences. On s'assure en effet en labourant si possible toute la surface disponible, quitte à acheter ensuite de la semence.

L'agriculteur E ne dispose pas, dans chacun des secteurs, du même nombre de parcelles. De plus, son siège d'exploitation est éloigné des secteurs labourés en 1990, 1991 et 1992 et proche du secteur travaillé en 1993. Il doit donc réviser chaque année son plan d'assolement et ses règles d'arbitrage entre parcelles d'*aynuqa* et de *sayaña*. Celles-ci dépendront des types de sol et des rendements espérés.

En 1990, sept parcelles sont labourées en *sayaña* et deux en *aynuqa*, dont une en métayage, mais trois n'y sont pas labourées. En 1991, trois des cinq parcelles de *sayaña* destinées à la pomme de terre sont cultivées en métayage et les quatre parcelles d'*aynuqa* sont labourées. En 1992, deux parcelles sont labourées en *sayaña*, et trois en *aynuqa* tandis qu'une dernière n'est pas labourée. Finalement, en 1993, les cinq parcelles de pomme de terre sont en *aynuqa*, dont une en métayage.

L'utilisation d'une seule paire de bovins et la main-d'œuvre réduite au couple dès 1991 se superposent aux contraintes antérieures, climat et décision collective, pour expliquer les labours réalisés.

Non seulement les contrats de métayage mais de multiples formes de réciprocité, échanges de travail et de biens, permettent des ajustements à tout moment du cycle. La gestion individuelle du territoire introduit de la souplesse par rapport aux normes collectives, elles-mêmes sujettes à des ajustements annuels. La gestion du territoire n'est pas collective ou individuelle, mais bien collective et individuelle. On comprend alors l'importance de travaux explicitant les décisions familiales en relation avec l'organisation du travail, thème qui n'est pas abordé ici.

Utilisation de modèles d'impact d'innovations technologiques et changements macro-économiques au Mali

Kébé Demba
IER-DRSPR, BP 186, Sikasso, Mali

La recherche sur les systèmes de production rurale a débuté au Mali-Sud en 1977, dans le secteur de base de Fonsébougou. Le travail a commencé par des études socio-économiques de base. Il a ensuite évolué en fonction des contraintes identifiées (sociologiques, agro-économiques, agronomiques, zootechniques et d'aménagement).
Le dispositif de suivi-évaluation a lui aussi évolué. D'une dizaine d'exploitations choisies de façon raisonnée au niveau de quatre villages en 1977 (Kleene *et al.*, 1990), on est passé à 120 exploitations réparties sur l'ensemble de la zone Mali-Sud à partir de 1988 (DRSPR, 1988 ; Jager, 1990)
Cette équipe a accumulé une masse importante de données et de connaissances depuis plus d'une décennie. L'organisation de ces données dans un cadre cohérent a été entreprise. Le travail de modélisation initié en 1989, en rapport avec le CIRAD-SAR, a permis de construire des modèles de programmation linéaire (PL) appliqués à l'échelle du système agraire villageois (Benoit-Cattin *et al.*, 1991 ; Benoit-Cattin et Kébé, 1992). Les modèles construits ne se substituent pas à des travaux empiriques mais, au contraire, aident à mieux les conduire et à les valoriser.
Les différentes sources d'information s'avèrent fortement hétérogènes : certaines données sont collectées de façon permanente et d'autres le sont d'une manière ponctuelle ; l'échelle va du niveau de la parcelle au niveau de la petite région en passant par le village. Le modèle présente l'avantage de permettre une meilleure organisation de ces données hétérogènes dans un cadre cohérent (Kébé, 1993).
On a pu ainsi d'aborder les relations agriculture-élevage qui, dans le contexte du Mali-Sud, ne peuvent être discutées qu'à l'échelle du système agraire villageois. De plus, l'influence de la croissance démographique sur les systèmes agraires a pu être discutée sous différents scénarios d'alternatives technico-économiques.
La prise en compte du risque climatique et économique par la méthode du revenu minimum (MOTAD) a permis de confirmer la rationalité des agriculteurs du Mali-Sud en matière d'adoption de technologies dans un contexte de forte fluctuation des prix des céréales (abandon de la culture pure du maïs et retour à la forme associative maïs-mil ou maïs-sorgho). En effet, le maïs, qui est l'activité céréalière la plus productive, ne sort dans aucune solution du modèle avec risque, du fait d'une sensibilité aux aléas climatiques et à l'environnement économique plus forte que celle des mil-sorgho.

Conclusion

Le travail entrepris doit être poursuivi en vue d'une validation sur d'autres sites. La prise en compte de l'aspect dynamique (modèles pluriannuels) et l'intégration de modèles biophysiques permettront d'établir un meilleur diagnostic de l'évolution des systèmes agraires dans le temps et de tester les hypothèses de solution à leur éventuelle dégradation. L'utilisation des modèles de PL dans la phase de planification permettra de faire une évaluation ex ante de certaines technologies générées en station expérimentale. Nous avons testé l'hypothèse des conditions économiques d'adoption du système de culture (coton, maïs, sorgho) à base de fertilisation organo-minérale expérimenté par l'équipe de recherche thématique spécialisée sur le coton et le système lié.
Les résultats du modèle montrent que ces technologies ne sont pas adaptées à l'environnement économique des agro-éleveurs du Mali-Sud. Cette situation trouve très probablement son explication à deux niveaux : d'une part, le coût des consommations intermédiaires (notamment les pesticides) est assez élevé par rapport au coût des inputs réellement apportés par les exploitants agricoles ; d'autre part, la disponibilité en fumure organique est limitée par rapport aux normes retenues par la recherche (8 à 20 tonnes par hectare).
Par contre, les cultures fourragères expérimentées en milieu réel sur jachère de courte durée semblent offrir des perspectives meilleures en matière d'intégration agriculture-élevage (augmentation de la capacité de charge donc des effectifs animaux, accroissement de la productivité en fumure organique et en lait et viande).

Les modèles offrent aussi la possibilité d'évaluer l'impact des politiques agricoles au niveau des systèmes agraires ou des différents types d'exploitation agricole. Les conséquences micro-économiques des politiques d'ajustement structurel sont la libéralisation des marchés céréaliers et la suppression des crédits intrants.

Dans un premier temps, nous avons fait l'hypothèse d'un approvisionnement en intrants en crédit de campagne dans les mêmes conditions que pour le coton (scénario I) ; dans un second temps, nous avons fait l'hypothèse alternative (ce qui, du reste, traduit la réalité actuelle) que les exploitants doivent acheter les intrants en période de semis (scénario II), ce qui suppose une disponibilité en liquidités ou un accès au crédit.

Avec le premier scénario, le revenu par habitant passe de 48 586 francs CFA sans la solution de base à 61 313 francs CFA, soit un accroissement de l'ordre de 26 % ; le revenu par hectare augmente de 20 % environ en passant de 64 314 à 77 080 francs CFA. Les investissements en intrants sont presque triplés en passant de 6 865 francs CFA par habitant dans la solution de base à 18 320 francs CFA dan la solution avec sorgho et maïs améliorés.

Le résultat en termes d'accroissement de l'offre en céréales est encore plus significatif : la production par habitant passe de 460 kg par habitant dans la solution de base à 978 kg par habitant sous ce scénario, soit une augmentation de 112 %.

L'introduction de la contrainte de liquidités met en évidence la "rationalité" des exploitants. En effet, le maïs en culture pure n'occupe plus que 7 hectares, au lieu de 268 hectares. Le revenu par habitant et le revenu par hectare sont très proches de ceux obtenus dans la solution de base. Il en est de même des investissements en intrants.

Par le biais de nos simulations, nous avons pu montrer qu'à environnement économique identique les céréales (maïs notamment) peuvent concurrencer le coton (ou tout au moins être un complément substantiel au revenu qu'il procure) et favoriser la capitalisation.

En matière de politiques alternatives, des mesures de protection et l'ouverture de lignes de crédit à la production et à la commercialisation en faveur des productions fortement concurrencées (céréales, bétail) permettront très probablement d'améliorer la compétitivité. Ces mesures auront l'avantage de réduire l'incertitude et le risque liés à l'environnement économique et donneront aux exploitants la possibilité de faire des anticipations pouvant favoriser l'investissement productif en vue de faire face à la forte croissance démographique.

La constitution d'un pôle fédérateur entre chercheurs du Nord et du Sud travaillant sur ce domaine permettra de faire des analyses comparées entre différentes situations. Les expériences se multiplient dans la sous-région, notamment au niveau des zones cotonnières (Burkina Faso, Nord-Cameroun, RCA et Mali).

Références bibliographiques

Benoit-Cattin M., Caldins P., Kébé D., Sabatier J.L., 1991. Perspectives de la modélisation des systèmes agraires villageois : l'exemple des régions cotonnières du Mali. Les cahiers de la recherche-développement, 29 : 14-29.

Benoit-Cattin M., Kébé D., 1992. Modélisation des économies locales ouest-africaines pour évaluer l'impact de mesures d'ajustement structurel : le cas du maïs en zone cotonnière du Mali. Communication à la 29e conférence de l'Association européenne des économistes agricoles, Hohenheim, Allemagne, 21-25 septembre 1992.

DRSPR, 1988. *Résultat campagne 1988-1989. Volet Fonsébougou.* Commission technique spécialisée sur les systèmes de production rurale. Sikasso, Mali, DRSPR, 133 p.

DRSPR, 1989. *Résultat campagne 1989-1990. Volet Fonsébougou.* Commission technique spécialisée sur les systèmes de production rurale. Sikasso, Mali, DRSPR, 337 p.

Jager E.J., 1990. *Rapport de l'étude socio-économique de la motorisation intermédiaire en zone Mali-Sud (provisoire).* Sikasso, Mali, IER, 58 p.

Kébé D., 1993. *Croissance démographique et intensification agricole au Mali : modélisation technico-économique de systèmes agraires villageois.* Thèse de doctorat en agro-économie, ENSAM, Montpellier, France.

Kleene P., Sanogo B., Vierstra G., 1990. *A partir de Fonsébougou : présentation, objectifs et méthodologie du Volet Fonsébougou,* 1977-1987. Amsterdam, Pays-Bas, IRRT, 146 p.

Une approche de la traction animale dans le bassin cotonnier du Nord-Cameroun (zone soudano-sahélienne)

Vall Eric
CIRAD-EMVT, projet Garoua, BP 1073, Garoua, Cameroun

Etude en milieu paysan

Objectif
A l'échelle du système de production : connaissance de la diversité de la traction animale (TA) et étude des prises de décision de l'éleveur en liaison avec les contraintes dominantes pesant sur l'animal (alimentation, santé).

Problématique 1 : quelle est la diversité de la TA dans les exploitations de la région. Une enquête régionale a été réalisée en 1991 (200 exploitations).

- Démarche utilisée : typologie des exploitations, étude des pratiques d'élevage, caractérisation du cheptel, de la gestion des attelages et de leur utilisation.
- Résumé de l'enquête (tableau I)

Groupe 1 (23 %) : jeunes paysans équipés d'une paire de bœufs depuis 5 ans, ayant des revenus très faibles.
Groupe 2 (63 %) : chefs de famille équipés d'une paire de bœufs depuis 10 ans, installés sur des exploitations de taille semblable au G1. Ils possèdent un petit troupeau de rente.
Groupe 3 (14 %) : paysans liés à la chefferie, chefs d'une grande famille. Ils sont très souvent équipés de deux paires de bœufs, depuis 20 ans. Leurs attelages réalisent beaucoup de travaux d'entreprise en dehors de l'exploitation (2 ha de labour par attelage et par an), et aussi du transport attelé. Ces paysans sont à la tête d'une grande exploitation.

Tableau I. Résultats de l'enquête.

	Surface totale	Surface coton	Actifs	Bovins	Petits ruminants
G1	3,5 ha	0,8 ha	2,5	2	10
G2	4,0 ha	1,0 ha	6,0	4	10
G3	8,0 ha	2,0 ha	9,0	15	30

Problématique 2 : comprendre les prises de décision de l'éleveur à propos de la conduite, de la gestion des carrières, et de l'utilisation des animaux de trait. Un suivi mensuel a été réalisé en 993-1994 (60 exploitations).

- Résultats attendus (analyse en cours)
  Conseils pour le développement (fiches techniques), propositions de rations améliorées et de modes de gestion des ressources résidus de récolte-fumure organique, calendrier prophylactique, conseils sur la gestion de la force de traction.
- Résumé d'observations faites sur les pratiques paysannes
  Carrière : dressage léger vers 3 ans, durée de 4 ou 5 années, vente à la réforme.
  Alimentation : pâturage permanent, affouragement sec (résidus de récolte) généralisé en fin de saison sèche, distribution de concentrés (domestiques ou industriels) très fréquente à partir du mois de mars jusqu'au démarrage de la saison des travaux (100 kg/tête).
  Santé : forte prévalence des parasitoses gastro-intestinales en saison sèche et recrudescence de la trypanosomose et des maladies liées aux tiques en saison pluvieuse.
  Utilisation : inadéquation du format de certaines espèces pour les travaux lourds (ânes), races indigènes sous-exploitées (poneys), matériel agricole peu diversifié et parfois mal adapté.

Etude en milieu contrôlé

Objectif
Caractériser l'aptitude mécanique et biologique pour la traction des animaux de trait du Nord-Cameroun (zébus, chevaux, poneys, ânes). Diversifier les formules d'attelage (paires d'ânes, poney de traction, monobœuf...), les adapter à un plus grand nombre d'outils et d'itinéraires techniques conformément à la demande paysanne.

Problématique 1 : saisie des données durant l'effort. Chaîne de mesures informatisée (centrale d'acquisition, cardio-fréquence-mètre) : des appareils d'enregistrement automatiques (période de scrutation 0,2 s) nous permettent de suivre les évolutions instantanées des données mécaniques (force, vitesse) et des paramètres biologiques (fréquence cardiaque...) sans interrompre l'effort de l'animal.

Problématique 2 : aptitude mécanique de chaque espèce pour la traction attelée.
- Caractérisation des conditions mécaniques optimales de travail et des conditions limites en fonction de l'intensité de l'effort.
- Résultats attendus (analyse en cours) : par espèce, élaboration de tables de détermination de la durée probable de travail, de la vitesse moyenne des attelages, et de la plage de travail en conditions optimales en fonction du poids vif des animaux et de l'effort demandé.

Problématique 3 : adaptations biologiques des espèces à la variabilité des conditions du travail attelé.
- Effet de l'augmentation de l'effort sur l'activité des sources métaboliques (aérobie, anaérobie), apparition de la fatigue musculaire.
- Dissociation des effets du climat et du travail musculaire sur la thermorégulation des animaux au cours de l'effort.
- Résultats attendus (analyse en cours) : définition d'indicateurs de contrôle simples (seuils de fréquence cardiaque, ou de température rectale) permettant de définir l'état de confort de l'animal au travail afin de prévenir l'apparition des phénomènes de fatigue et de stress thermique.

Conclusions
Nous attendons de ce travail :
– une meilleure connaissance sur les caractéristiques (mécaniques, biologiques) du travail de différentes espèces animales ;
– des outils d'aide au choix des animaux de trait et des types de travaux, ainsi que des références concernant leur alimentation et leur santé.

Démarche de recherche pour l'aide à la gestion du pâturage tournant

Cas d'élevages laitiers du sud-ouest de la France

Ducrocq Hélène ; Bossuet Luc ; Duru Michel
INRA-SAD, Chemin de Borde Rouge, BP 27, 31326 Auzeville, France

Problématique

Les études détaillées de conduite de pâturage dans plusieurs régions d'élevage ont montré que les éleveurs tiennent souvent compte des disponibilités en herbe à l'échelle de la sole pâturée pour décider des affectations de parcelles (1). Ces pratiques se traduisent par des variations des surfaces utilisées entre années et au cours de la saison de pâturage. Cependant, ces ajustements sont souvent difficiles à bien maîtriser, notamment du fait des variations du climat. Nous faisons l'hypothèse qu'ils permettent de disposer d'une ressource de qualité satisfaisante et de valoriser la production d'herbe disponible pour la production de lait. L'objectif de nos travaux, menés sur des systèmes diversement intensifiés, est (i) de mettre au point une méthode de diagnostic de la conduite du pâturage (production et utilisation de l'herbe), (ii) de proposer des indicateurs opératoires qui permettent à l'éleveur de décider des ajouts ou de retraits de parcelles au cours de la saison de pâturage, afin d'atteindre les objectifs de sécurité et de valeur alimentaire souhaités.

Démarche de recherche

Création de référentiels agronomiques à l'échelle de la parcelle

La modélisation de la croissance est un préalable à la mise au point de tels outils. Les variables d'entrée des modèles sont l'état initial du couvert (résultant de l'intensité de défoliation), la nutrition azotée et les paramètres climatiques. Les variables de sortie sont les croissances brute et nette, ainsi que la digestibilité de l'herbe offerte (3). L'élaboration d'outils implique de disposer d'indicateurs permettant d'évaluer (4) :

- le niveau de nutrition azotée qui détermine la croissance brute : un référentiel de teneurs en azote en relation avec la biomasse a été mis au point ;
- les pertes par litière au cours de la repousse : des travaux tentent d'établir une relation fiable entre la hauteur résiduelle du couvert végétal et ces pertes pour un intervalle donné entre deux défoliations ;
- la biomasse : la hauteur du couvert en est un estimateur, les études en cours visent à rechercher si d'autres caractéristiques morphologiques du couvert améliorent la qualité de la relation.

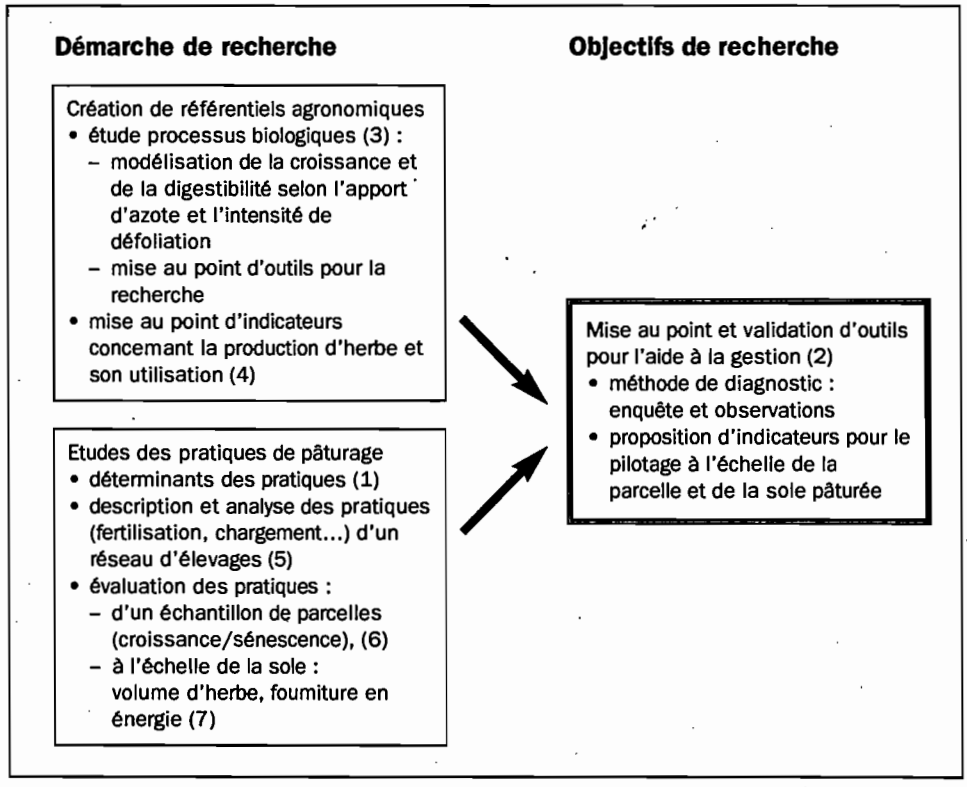


Figure 1. *Gestion du pâturage tournant. Les numéros renvoient au commentaire du texte*

Etude des pratiques de pâturage

L'étude est menée au niveau d'un réseau d'élevages laitiers (5), dont les conduites du pâturage sont contrastées (chargement, fertilisation). Au cours du printemps, nous avons :

- évalué pour un sous-ensemble de parcelles l'incidence des pratiques sur la structure du couvert et le renouvellement des tissus (6) ;
- estimé les disponibilités en herbe sur la totalité de la sole pâturée. Les mesures périodiques de hauteur d'herbe par parcelle permettent de calculer un volume d'herbe par animal (7) ;
- estimé ainsi, en fonction de la production des animaux, l'apport énergétique du pâturage (7).

L'analyse de ces résultats montre que l'apport alimentaire du pâturage par hectare augmente avec le niveau de nutrition azotée. Par contre, il diminue lorsque la hauteur d'herbe résiduelle est élevée du fait d'un accroissement des pertes de feuilles par sénescence. Ces pertes augmentent en valeur relative lorsque la fertilisation est plus faible. A l'échelle de la sole pâturée, elles sont d'autant plus élevées que le volume d'herbe disponible par animal est important.

Mise au point d'indicateurs pour l'aide à la gestion

Quel que soit le niveau d'intensification par l'azote, l'objectif d'une bonne valorisation de la fertilisation, ainsi que l'obtention d'une ressource de qualité conduisent à viser un état résiduel de la prairie après pâturage permettant d'intercepter la plus grande partie du rayonnement et de limiter les pertes. Les travaux en cours visent à définir des plages de valeurs minimales et maximales.

Pour satisfaire à ces exigences, il convient de disposer d'indicateurs à l'échelle de la sole pâturée, permettant de décider des ajouts ou des retraits de parcelles. Le volume d'herbe par animal (calculé sur une base de hauteur correspondant à une hauteur minimale de pâturage) permettrait de décider des affectations de parcelle nécessitées par des variations de croissance de l'herbe ou de distribution d'aliments à l'auge. Ces recherches renouvellent l'intérêt des mesures de hauteur d'herbe qui habituellement ne sont utilisées que pour estimer la masse d'herbe sur une parcelle.

Complémentarité entre la méthode accélérée de recherche participative thématique et le diagnostic formel

Cadre conceptuel et expériences en zone Mali-Sud

Doucoure Hamadi S. ; Defoer Toon ; Kamara Abdoulaye ; Brons Johan
ESP/GRN-Sikasso,BP 186, Sikasso, Mali

Résumé

L'équipe de recherche sur les systèmes de production et la gestion des ressources naturelles (ESP/GRN) a développé une démarche méthodologique qui intègre les éléments de la méthode accélérée de recherche participative (MARP) et le diagnostic formel. Les principales composantes de cette démarche sont :

- *l'exploitation de la base de données issue d'un diagnostic formel (pluriannuel) en procédant à des analyses quantitatives ;*
- *l'élaboration des hypothèses ou la formulation des questions de recherche sur des aspects de gestion, les prises de décision, au niveau de l'exploitation, qui ne sont pas expliquées par l'analyse quantitative de la base de données ;*
- *la vérification des hypothèses de recherche d'une manière rapide et participative en utilisant les outils de la MARP.*

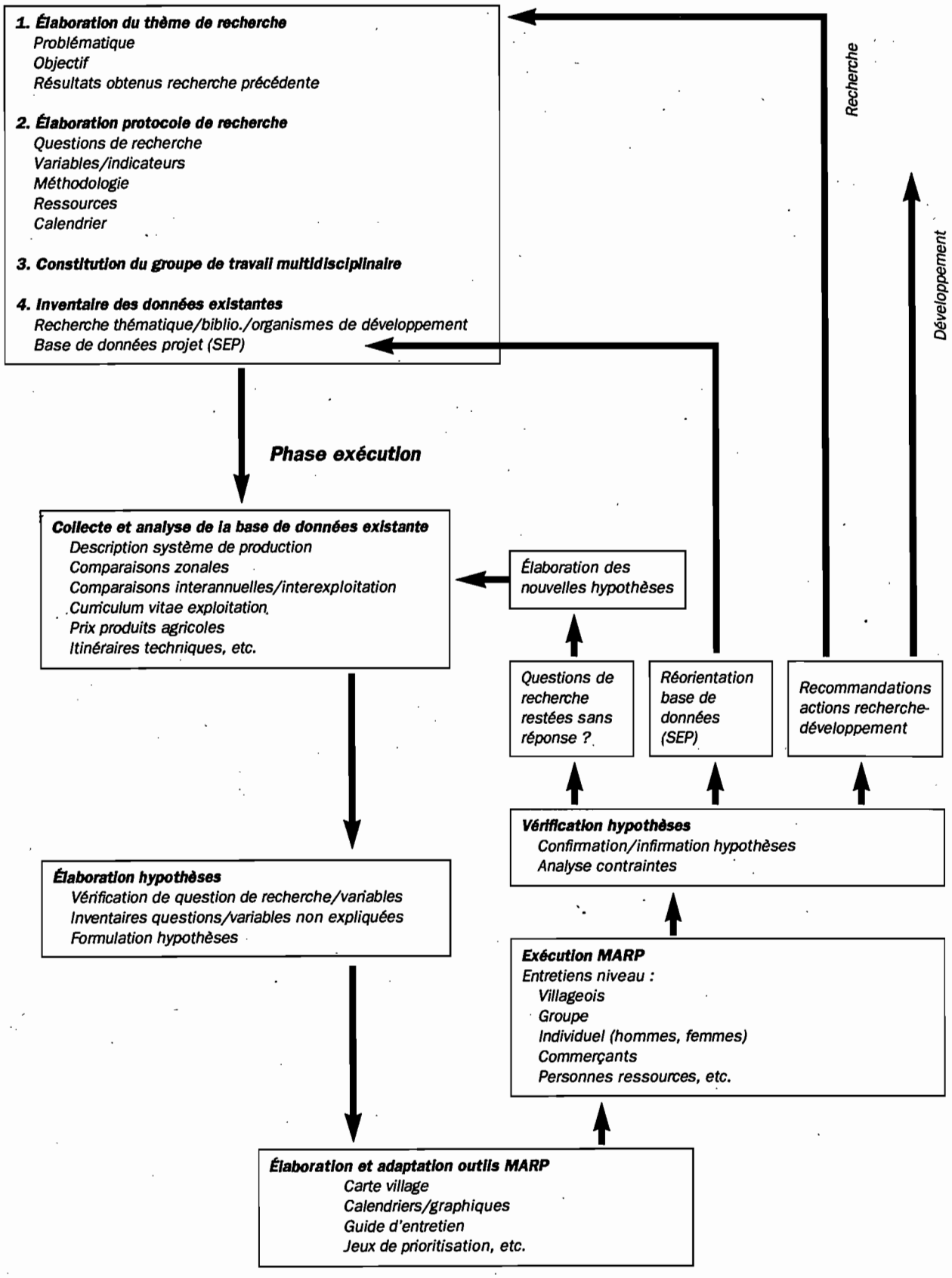
L'objectif de cette démarche méthodologique est de formuler des programmes de recherche et de développement qui répondent mieux aux préoccupations paysannes.

Après la phase préparatoire, qui consiste principalement à élaborer le protocole de recherche sur un thème donné, la base de données existante est analysée. Cela conduit à la formulation des hypothèses de recherche et aux outils de la MARP. Les hypothèses sont vérifiées par la MARP, ce qui peut mener à la reformulation de nouvelles hypothèses de recherche, qui nécessitent des analyses supplémentaires de la base de données (processus itératif) ; à une réorientation de la base de données ; à la formulation des programme de recherche ou d'actions pour le développement.

Conclusion

Cette démarche méthodologique semble bonne, surtout si les projets ou les institutions de recherche disposent d'une base de données dans le cadre de la formulation des programmes de recherche.

En recherche-système, elle permet de formuler un programme de recherche par spéculation, d'établir des priorités de recherche qui répondent aux aspirations des paysans, de réorienter ou de mieux cibler les données à collecter (pertinence) pour la constitution de la base de données et d'augmenter l'efficacité de la MARP.


Phase préparatoire
1. Élaboration du thème de recherche
Problématique
Objectif
Résultats obtenus recherche précédente
2. Élaboration protocole de recherche
Questions de recherche
Variables/indicateurs
Méthodologie
Ressources
Calendrier
3. Constitution du groupe de travail multidisciplinaire
4. Inventaire des données existantes
Recherche thématique/biblio./organismes de développement
Base de données projet (SEP)
Recherche
Développement
Phase exécution
Collecte et analyse de la base de données existante
Description système de production
Comparaisons zonales
Comparaisons interannuelles/interexploitation
Curriculum vitae exploitation
Prix produits agricoles
Itinéraires techniques, etc.
Élaboration des nouvelles hypothèses
Questions de recherche restées sans réponse ?
Réorientation base de données (SEP)
Recommandations actions recherche-développement
Vérification hypothèses
Confirmation/infirmation hypothèses
Analyse contraintes
Élaboration hypothèses
Vérification de question de recherche/variables
Inventaires questions/variables non expliquées
Formulation hypothèses
Exécution MARP
Entretiens niveau :
Villageois
Groupe
Individuel (hommes, femmes)
Commerçants
Personnes ressources, etc.
Élaboration et adaptation outils MARP
Carte village
Calendriers/graphiques
Guide d'entretien
Jeux de prioritisation, etc.

Application of Land Evaluation and Farming Systems Analysis (LEFSA) for Land Use Planning in Viet Nam

Son, Dang Kim[1]; Thanh, Tran Kim[2]; Nhan, Nguyen Van[3]

[1]Cuu Long Rice Research Institute, Viet Nam
[2]Water Resources Design Company II, Viet Nam
[3]National Institute of Agricultural Planning and Projection, Viet Nam

Rationale and Introduction

Agricultural development institutions in Viet Nam are confronted with the problem of updating methodology for planning and projections. Selection of the appropriate methodology is a vital question for national consulting agencies when they participate in project development based on international standards. The land evaluation and farming systems analysis (LEFSA) method is a new approach based on the application of linear programming in farming systems research (FAO 1992). It was adopted in Viet Nam and further studies for improving it are planned.

The LEFSA method was first developed in 1993 and improved with each application (case studies and thematic studies). Fifteen projects funded by the Viet Namese government, Italy, the United Nations Development Program (UNDP), and World Bank used the LEFSA method at different levels.

In July 1994, the Science Committee of the Ministry of Agriculture and Food Industries (MAFI) rated LEFSA as an excellent, advanced technology and approved wide application of the method.

Main Steps in LEFSA

Natural Condition Survey

- Investigation and analysis of dominant natural constraints.
- Preparation of a land mapping unit (LMU) map, using a geographic information system (GIS) based on thematic maps.

Farming Systems Survey

- Determination of survey sample, based on information about current land use and LMU.
- Design of standard questionnaire and interview manual.
- Processing of survey data using farm survey software (FS) based on the FOXPRO database management program and output of reports (40 table reports) for the following step.

Land Evaluation

- Evaluation of the suitability of typical land use types based on LMU and information from the farming systems survey.
- Identification of potential LUTs on each LMU, including requirements for water resource development (irrigation, drainage, and flood control).
- Determination of the economic efficiency and irrigation water requirements of each possible LUT.

Optimization Model

- Inputs of the model: LMUs; possible LUTs; water requirements of LUTs; costs of water resource development per LMU; resource constraints (eg, fresh water availability, soils, development costs, labor, production).
- The model is written in ASCII using the general algebraic modeling system (GAMS) developed by the Operations Research Department of the World Bank. Linear programming is used to maximize or minimize the objective function (net benefit, paddy production, and employment generation).

- Outputs of the model: set of decision making factors related to constraints (land, water, development funds, and labor availability) per development objective (maximize net benefit, maximize paddy production, or maximize employment generation) for optimum land use; other information related to optimum land use such as cropping intensity, crop diversification, total yield of each crop, total irrigation water requirements, total net benefit, labor requirement
- Trade-off analysis between three single objectives to adjust multiple objectives during development activities

Mapping

Several land use scenario maps are drawn using GIS.

Reporting

The optimum agricultural development scenario is selected, depending on outputs of steps 4 and 5.

Major Research Results

LEFSA has modified the usual procedure of land use planning that had been applied for the past two decades (1970—1991).

- Water resources are developed according to land use requirements.
- Cropping and farming systems are studied according to the method used for the Asian rice farming systems network and such information has been used for the first time for land use planning in Vietnam.
- All the software (FS, GIS, GAMS) has been linked for rapid data processing, mapping, and selection of optimum land use scenarios involving a large set of constraints, which were not solved even in the FAO study (1992).
- LEFSA enables quantitative evaluation of land use planning that takes all relevant data and information into account.
- LEFSA can test sustainability of the selected land use scenario through sensitivity analysis of commodity market prices to determine the price range, within which the land use is still sustainable.
- LEFSA provides an opportunity to consider other social aspects (behavior and customs of a minority) and to study the negative impact of land use development on soil salinity and water management in the basin.

Reference

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 1992. Land evaluation and farming system analysis for land use planning. Working document. Rome, Italy: FAO.

2

Environnement / Environment

Comment adapter les recherches-système aux nouvelles exigences en matière de gestion des ressources naturelles et de préservation de l'environnement ?

How can systems approaches best respond to emerging needs in the management of natural resources and the environment?

Système de culture et fixation de l'agriculture en conditions pluviales dans les régions tropicales

Cas des régions tropicales humides et équatoriales du Brésil

Picard Didier[1] ; Séguy Lucien[2] ; Bisson Patrick[3]

[1]CIRAD, 42 rue Scheffer, 75116 Paris, France
[2]CIRAD-CA, a/c Dr Tasso de Castro, BP 504, Agencia Central CEP, 74000 Goiania, Goias, Brésil
[3]CIRAD-CA, BP 5035, 34032 Montpellier, France

Résumé

Un exemple de recherche menée sur les systèmes de culture est décrit. Le principal objectif de cette recherche est de mettre au point des systèmes de culture qui permettent la fixation et la stabilisation de l'agriculture, soient intéressants économiquement et puissent être facilement adoptés par les agriculteurs. Quand les agriculteurs font face à une situation de crise, ils n'ont pas beaucoup de temps pour trouver des solutions adéquates. La tâche des agronomes est donc de les aider à rechercher des solutions permettant de résoudre rapidement leurs problèmes. Le cas des cerrados *du Brésil a été choisi pour illustrer la démarche qui a été utilisée. L'approche qui y a été développée est basée sur la mise en place d'Unités de création-diffusion-formation, dans lesquelles la recherche prend en compte le système de culture.*

Mots clés

Système de culture, dispositif expérimental, diagnostic, travail du sol, rotation.

Abstract

Cropping Systems and Sustainable Agriculture in Wet Conditions in the Tropics

Case Study from the Wet Tropical and Equatorial Regions of Brazil. An example of research carried out on cropping systems is described. The main aim of the research was to introduce cropping systems that are sustainable, profitable, and easily adopted by farmers. When farmers face a crisis situation, they do not have much time to find suitable solutions. The task of agronomists is to help them solve their problems rapidly. The case of the cerrados *in Brazil illustrates in greater detail the methods that have been used in this area. The approach that has been developed is based on experimental units for perennial research and extension that take account of the cropping system.*

Introduction : Pourquoi des recherches sur les systèmes de culture ?

Dans une région donnée, une agriculture fixée et stable ne peut être développée simplement en recommandant des systèmes de culture qui ont donné de bons résultats en station expérimentale. Ces systèmes de culture doivent être compatibles avec les systèmes d'exploitation et l'organisation des sociétés rurales de la région, mais aussi répondre à la demande locale : si la production est tournée vers l'autoconsommation, elle doit être en accord avec les habitudes nutritionnelles des populations ; si elle est orientée vers la vente, un marché doit exister.

Jusque dans les années 80, les agriculteurs ne devaient s'adapter principalement qu'à l'incertitude climatique. Les modifications sont maintenant plus rapides. La densité de la population augmente à cause de l'accroissement naturel de la population, mais aussi des migrations dues à des sécheresses ou à des conflits. Cette augmentation de densité de la population conduit à la diminution des périodes de jachère et à la mise en place de fronts pionniers dans lesquels la forêt est défrichée et brûlée. Les conditions économiques changent rapidement aussi. Les subventions et mécanismes de stabilisation des cours qui ont été mis en place par les Etats ont presque partout disparu ; le cours d'une denrée, avantageux pour le producteur une année donnée, peut diminuer et devenir peu intéressant l'année suivante.

Dans ce contexte d'incertitude, les sociétés rurales ne peuvent plus expérimenter elles-mêmes ni mettre au point des systèmes de culture adaptés par un processus par essais-erreurs.

Les agronomes doivent donc concevoir des systèmes de culture qui soient intéressants économiquement et qui permettent la fixation et le maintien de l'agriculture. De plus, ces systèmes doivent aussi s'adapter à l'évolution du contexte socioéconomique et être rapidement adoptables par les agriculteurs.

Une façon de résoudre ce problème consiste à développer une recherche en milieu paysan, où chercheurs et agricul-

teurs travaillent ensemble. Les Unités création-diffusion-formation permettent de répondre à ce défi.

Principe de la démarche : les Unités création-diffusion-formation

Première étape : un diagnostic rapide de la région

(Séguy *et al.*, 1980 ; Séguy, 1982 ; Séguy *et al.*, 1989)

Il dure généralement une année et a pour objet d'identifier :

- les principaux types de sols et les conditions climatiques ;
- les principaux facteurs limitants du rendement et les tendances à long terme des composantes de la fertilité des sols ;
- les principaux avantages des systèmes de culture pratiqués par les agriculteurs afin d'en dégager les éléments qui devront être préservés ;
- les systèmes de production actuels (calendrier et temps de travaux, performances et limites, techniques, agronomiques et économiques).

Il s'agit en fait, pour la recherche, de s'approprier rapidement les systèmes de production des agriculteurs.

Seconde étape : sélection des systèmes de culture

L'agronome imagine alors une vaste gamme de systèmes de culture parmi lesquels il sélectionnera, année après année, les plus intéressants. Il agit ainsi à la façon d'un sélectionneur, qui crée une grande diversité parmi les lignées d'une espèce et sélectionne celles qui sont les plus adaptées.

Les différents systèmes de culture sont alors testés au moyen d'un dispositif expérimental pérenne qui doit permettre leur évaluation technique et économique ainsi qu'une estimation sur leur praticabilité et leur reproductibilité. Ces dispositifs doivent avoir une dimension suffisante pour prendre en compte les temps de travaux, qui sera fonction du mode de travail du sol (Séguy *et al.* 1980, 1989)

Les expérimentations sont faites avec les agriculteurs, sur l'exploitation de l'un d'entre eux ou sur des champs cultivés en commun. Ils peuvent ainsi sélectionner eux-mêmes les systèmes de culture adaptés à leurs propres conditions et aux objectifs qu'ils poursuivent.

Le schéma expérimental doit être flexible et adapté aux changements des conditions économiques et écologiques. Ainsi, les systèmes de culture et les techniques qui ne produisent pas de bons résultats économiques voient leur importance diminuer au profit des systèmes les plus stables et les plus attractifs. Les techniques et systèmes de culture les plus mauvais sont cependant conservés dans le dispositif global comme exemples de ce qu'il ne faut pas faire. Le dispositif est donc aussi une unité de diffusion et de formation ouverte en permanence aux acteurs du développement.

Les nouvelles techniques sont évaluées continuellement, à la fois sur le plan technique et sur le plan économique. Une batterie d'observations *in situ* est ainsi mise en place chaque année, afin de permettre une évaluation et une comparaison annuelle et interannuelle des divers systèmes de culture et d'expliquer les écarts observés sur les plans agronomique, technique et agronomique (Séguy *et al.*, 1989).

Cas de l'amélioration des *cerrados* brésiliens

La démarche a été suivie dans l'État du Mato Grosso au Brésil (Séguy *et al.*, 1988a, 1988b ; 1989 ; 1991). Nous en exposons ici les principaux résultats pratiques.

Diagnostic rapide

Dans les *cerrados* du centre-ouest brésilien, une vaste politique de colonisation a conduit au défrichement de la végétation naturelle sur plusieurs milliers d'hectares. Le problème posé est que les sols, dans des conditions de précipitations très agressives (de 2 000 à 3 000 mm en 7,5 mois), sont rapidement érodés et dégradés par lixiviation. Les principaux symptômes observés sont ainsi des carences en cations et phosphore, une forte acidification et la présence d'aluminium échangeable. Les agriculteurs sont alors obligés de transformer leurs parcelles en pâturage et vont défricher de nouvelles terres.

L'étape du diagnostic rapide, qui a duré un an, a montré que l'inadéquation généralisée des modes de gestion des sols et des cultures était le principal facteur limitant de la production et le principal responsable de la dégradation du capital sol :

- les outils disques (offsets) utilisés en conditions de sol trop souvent humides provoquent la formation d'une semelle entre 10 et 20 cm de profondeur (figure 1) et une destruction de la structure. Il en résulte une forte érosion en nappe et ravine, la prolifération des adventices et une forte limitation au développement racinaire des cultures, les exposant aux risques climatiques et créant des conditions d'alimentation minérale défavorables ;
- le soja était cultivé en monoculture, car il était considéré comme la seule spéculation économiquement intéressante par les agriculteurs.

Conception des solutions

Les solutions ont été conçues par étape, le diagnostic ayant permis de hiérarchiser les problèmes à résoudre.

La première étape a consisté à restaurer la fertilité du sol en évaluant et comparant de nouveaux modes de gestion des sols et des cultures avec le système généralement pratiqué par les agriculteurs. Ce travail s'est fait sur une unité de création-diffusion-formation, qui est passée de 45 ha en 1986 à 180 ha en 1992.

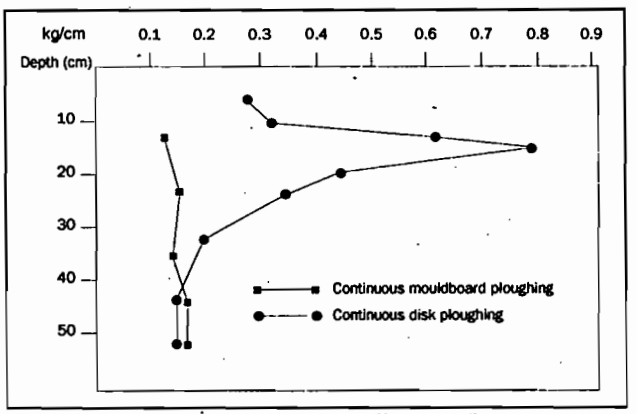


Figure 1. *Resistance to penetration : effect of soil management, Goiana (1987).*

L'unité a tout d'abord été aménagée au moyen de terrasses à base large. Conjugué à des techniques culturales qui assurent une protection du sol et favorisent l'infiltration des pluies, ce dispositif a permis d'arrêter le processus d'érosion.

Six années durant, on a croisé différents modes de travail du sol et différentes successions culturales dans un dispositif ayant la forme d'une matrice. Pendant ce temps, les bases scientifiques de la production végétale ont été analysées et les innovations évaluées en condition d'exploitation réelle avec et chez les agriculteurs.

Parallèlement, de nouvelles variétés et de nouvelles techniques (herbicides, engrais, etc.) ont été expérimentées sur des dispositifs satellites spécifiques pour résoudre les contraintes mises en évidence, année après année, pour chaque système de culture et ainsi assurer une progression constante de ces systèmes au cours du temps.

Les principaux résultats obtenus sont les suivants (figures 2 et 3) :

- le riz pluvial doit être précédé d'un travail profond (charrue à soc, puis scarification) ;
- soja et maïs, après restauration de la fertilité du sol, expriment leur meilleur rendement en semis direct ;
- les rotations céréales-légumineuses sont de loin les plus productives et les plus intéressantes économiquement ; ce sont aussi les plus stables ;
- la fertilisation minérale doit être forte et se faire en une seule fois pour cinq à six cultures successives. Associée à un travail profond lors de son incorporation, cette forte fumure permet d'approfondir le profil cultural et d'améliorer sa fertilité ;
- le labour à la charrue à soc a permis d'améliorer la densité apparente et l'enracinement des cultures dans les horizons profonds, réduisant ainsi les risques climatiques ;

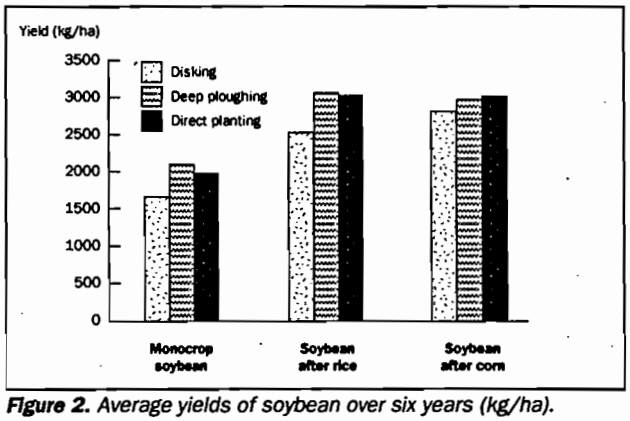


Figure 2. *Average yields of soybean over six years (kg/ha). Fazenda Progresso (1986 –1992).*

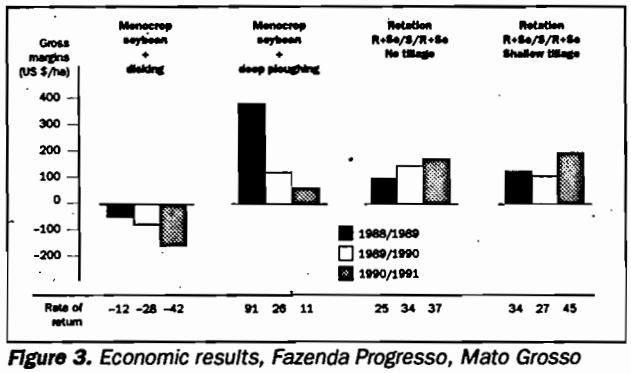


Figure 3. *Economic results, Fazenda Progresso, Mato Grosso (1988 –1991).*

- de nouvelles variétés de riz pluvial à haut rendement ont été introduites et créées. Il s'agit notamment de variétés dont la qualité du grain est exceptionnelle pour valoriser la culture de riz. D'autres cultures sont aussi testées pour diversifier les systèmes : il s'agit du maïs et du sorgho, qui peuvent être cultivés en succession comme seconde culture après le riz et le soja, avec de faibles coûts de production (de 30 à 60 $/ha).

La seconde étape a consisté à privilégier les systèmes de culture qui utilisent le semis direct, qui, au cours de la première étape, s'est révélé comme le meilleur mode de gestion du sol.

Trois systèmes de culture ont ainsi été mis au point :

- un système à une seule culture annuelle, dans lequel le semis direct se fait sur les résidus de culture et d'adventices ;
- un système à une seule culture annuelle associé à un engrais vert de couverture *(calopogonium)* ;
- un système à deux cultures annuelles en succession, la première bénéficiant d'un apport en intrants nettement plus important que la seconde, qui permet le recyclage des éléments minéraux.

Il est ainsi possible aux agriculteurs, en fonction de l'assolement qu'ils ont déterminé pour des raisons économiques, de choisir et de combiner plusieurs des systèmes de culture mis au point.

La troisième étape, en cours de développement, consiste à introduire l'élevage dans les systèmes, soit par le biais de rotations quadriennales soit en cultivant le soja sur un tapis vivant de *Paspalum notatum*.

Impact

La productivité du soja et du riz a été fortement augmentée. Le labour double pratiquement la productivité du soja par rapport au travail à l'offset (figure 2).

L'érosion a été totalement contrôlée, surtout avec les systèmes à deux cultures par an. Le contrôle des adventices et de la pression parasitaire a été facilité. Les systèmes à deux cultures annuelles ont permis un fort recyclage des éléments minéraux de la profondeur du sol vers la surface à cause d'une augmentation de la profondeur d'enracinement. Ils ont permis aussi de réduire les pertes en éléments minéraux par lixiviation ainsi que l'acidification du sol et de développer une intense vie biologique dans le profil.

Les équipements présents sur les exploitations ont vu leur durée d'utilisation doubler, que ce soit pour le travail du sol ou pour les récoltes. La flexibilité dans l'utilisation des machines a été améliorée grâce au semis direct, qui n'exige pas un long temps de ressuyage. Enfin, on a chiffré l'économie de carburant entre 40 et 60 %.

Les systèmes mis au point présentent une excellente stabilité économique et les marges dégagées, qui devenaient rapidement négatives dans les systèmes en monoculture continue de soja, sont maintenant comprises entre 150 et 450 $.

L'ensemble des résultats est diffusé par des moyens audiovisuels, des journées de démonstration et aussi l'ouverture permanente des unités aux agriculteurs, celles-ci devenant les vitrines des nouvelles techniques mises au point.

On peut estimer qu'actuellement plusieurs centaines de milliers d'hectares utilisent les techniques diffusées dans le

centre-ouest brésilien. Sur toutes les cultures, par rapport aux itinéraires traditionnels, les itinéraires techniques adoptés sont à l'origine d'augmentations de production qui vont, aussi bien en 1989/1990 qu'en 1990/1991, de 60 % à plus de 100 % pour le soja et le riz pluvial. Ces résultats relatifs à la productivité du riz et du soja sont conformes à ceux obtenus par la recherche sur l'unité création-diffusion, confirmant la fiabilité de la démarche de recherche utilisée pour le développement.

On peut remarquer que cinq nouveaux constructeurs de charrues à soc sont apparus sur le marché depuis le début de la diffusion des techniques de travail profond pour restaurer la fertilité du profil de sol.

Le lancement et l'adoption, à partir de 1989-1990, de la variété de riz pluvial IRAT 216 ont permis de diversifier les productions de l'État du Mato Grosso, couvrant une superficie de plus de 60 000 ha.

Les nouveaux systèmes créés sur les unités de création-diffusion sont diffusés au fur et à mesure de leur mise au point, après choix concerté entre les divers acteurs (agriculteurs, vulgarisateurs, chercheurs).

L'adoption des systèmes ou des techniques par les agriculteurs est extrêmement rapide et les résultats obtenus en milieu réel, mesurés sur un échantillon de plus de 42 000 ha en 1989/1990 et de plus de 17 000 ha en 1990/1991, sont conformes à ceux obtenus sur les unités expérimentales. Les écarts observés dans la plupart des opérations de recherche-développement entre le milieu contrôlé par la recherche et le milieu paysan sont ici minimes.

Conclusions

La démarche proposée est une approche systémique car elle combine plusieurs éléments du système de culture : amélioration variétale, fertilisation, lutte contre les adventices et les parasites, etc.

Elle donne une solution au problème délicat de l'expérimentation des systèmes de culture. En effet, le nombre important de facteurs qui entrent en jeu dans la conduite d'une culture complique la réalisation d'expérimentations combinant tous les facteurs, à moins de mettre en place un dispositif qui devient vite ingérable à cause de sa complexité. L'autre problème auquel se heurte l'expérimentation de systèmes de culture est la difficulté à les faire évoluer. Ainsi, les essais de systèmes de culture sur longue durée, qui ont été largement utilisés, figent, sur plusieurs années, un (ou plusieurs) système (s) de culture, au risque de le (s) voir devenir complètement obsolète (s) et inadapté (s) aux modifications des conditions économiques et sociales.

L'intérêt des unités création-diffusion est donc de pouvoir s'adapter aux modifications et de pouvoir, année après année, introduire des innovations. Le dispositif en matrice permet de tester de nombreuses combinaisons et de travailler sur des parcelles suffisamment vastes pour avoir un caractère démonstratif. Cependant, cela se fait au détriment d'une certaine précision puisque toute répétition est interdite. Il ne faut pas oublier, toutefois, que ce type d'expérimentation n'a pas pour objectif de rechercher une loi ou de mettre en évidence des écarts statistiquement significatifs de rendement entre divers traitements comparables, comme dans les expérimentations classiques. Il s'agit ici d'évaluer des différences de marges brutes consécutives à des successions d'actes techniques pour que les agriculteurs puissent faire leur choix. Les écarts sont donc, en fin de compte évalués par les agriculteurs eux-mêmes, qui estiment si la différence affichée est suffisamment motivante pour qu'ils prennent intuitivement la décision d'essayer ces nouvelles techniques dans leurs propres exploitations.

Le succès de cette démarche repose sur la hiérarchisation des problèmes à résoudre ; il est donc fortement conditionné par la qualité du diagnostic préalable. Celui-ci doit être rapide pour être crédible mais aussi bien répondre à la problématique posée par les acteurs du développement. Un mauvais diagnostic, un problème mal posé, ne permettra pas de choisir correctement les facteurs à expérimenter ; de plus, le dispositif perdra tout caractère démonstratif.

Cette démarche traite essentiellement des systèmes de culture. Elle n'a pas vocation à modifier directement les systèmes de production. Ainsi, si elle s'intéresse aux successions culturales comme élément du système de culture, la répartition des cultures dans l'espace, c'est-à-dire l'assolement, n'est pas directement traitée par cette démarche. L'aspect système de production intervient cependant au moment du diagnostic, qui doit obligatoirement prendre en compte l'organisation de l'exploitation. Il intervient aussi en fin de démarche, car les agriculteurs, quand ils choisissent un nouveau système de culture, intègrent obligatoirement l'organisation de leur exploitation. De plus, un échantillon d'exploitations ayant choisi une innovation technologique est suivi par la recherche afin d'affiner, année après année, le diagnostic initial et d'intégrer les contraintes qui pourraient apparaître dans le système expérimental.

La démarche exposée ci-dessus est suivie dans plusieurs pays présentant des situations écologiques et économiques totalement différentes de celles rencontrées au Brésil. Elle est actuellement opérationnelle dans la zone de savane ou de forêt humide en Afrique, dans les zones d'altitude du Sud-Est Asiatique et des milieux insulaires et dans les bas fonds rizicoles.

Remerciements

Nous tenons à remercier M. Munefume Matsuraba, propriétaire de la Fazenda Progresso, qui a accepté la mise en place et le financement de l'unité création-diffusion-formation sur ces parcelles de 1986 à 1992 et la coopérative Cooperlucas, qui a pris en charge le financement de cette recherche à partir de 1992.

Références bibliographiques

Séguy L., Bouzinac S. 1980. *Une démarche expérimentale d'élaboration de systèmes de production utilisables par les petits paysans (région du Cocais au Maranhao, Brésil).* Montpellier, France, CIRAD-IRAT, 48 p.

Séguy L., 1982. Mise au point de modèles de production en culture manuelle à base de riz pluvial utilisables par les petits producteurs de la région de Cocais au Maranhao, nord-est du Brésil, Etat du Maranhao. Agronomie tropicale, 37 (3) : 233-261

Séguy L., Bouzinac S., 1988a. *Rapport de synthèse 1983-1988 sur la mise au point des systèmes de culture à base de riz pluvial dans le Brésil central.* Goiania, Brésil, CIRAD-IRAT, 64 p.

Séguy L., Bouzinac S., Pacheco A., Carpanedo V., Da Silva V., 1988b. *Perspectiva de fixacao da agricultura na regiao Centro-Norte do Mato Grosso. Caso da Fazenda Progresso- Sorriso/MT.* Goiania, Brésil, EMPA-MT, 52 p.

Séguy L., Bouzinac S., Moreira J.-A.-A., De Raissac M., Kluthcouski J., 1989. *Influence of soil management patterns on maintenance of fertility in the Brazilian Central Plateau. International Symposium on rice production on acid soils of the tropics, Kandy, 26-30/06/1989.* Goiania, Brésil, CNPAF-EMBRAPA, 12 p.

Séguy L., Bouzinac S., Pacheco A., Klutchcouski J., 1989. *Des modes de gestion mécanisés des sols et des cultures aux techniques de gestion en semis direct, sans travail du sol, appliqués aux* cerrados *du centre-ouest brésilien.* Goiania, Brésil, CIRAD-IRAT-CNPAF, 165 p.

Séguy L., Bouzinac S., Piéri C., 1991. An approach to the development of substainable Farming systems, *In : Exvaluation for sustainable land management in the developing world.* Technical papers. ISBRAM Proceedings n°12, vol. II, Bangkok, Thaïlande

Accounting for Interdependencies in Economic and Environmental Goals for Farming Systems Adoption

Lohr, Luanne
Department of Agricultural and Applied Economics, University of Georgia, Athens, GA 30602-7509, USA

Abstract
There is little doubt that conflicting goals often underlie choices regarding adoption of farming systems. Farmers' goals for production may conflict with societal goals for wise resource use and environment protection. Coevolution of ecological and economic systems should be modeled in assessments of adoption behavior for new farming systems. This paper proposes a model to account for interdependencies in economic and environmental goals.

Key words
Utility theory, coevolution, community assessment.

Résumé
La prise en compte de l'interdépendance des objectifs économiques et écologiques en matière d'adoption de systèmes de production
Que souvent des objectifs contradictoires sous-tendent le choix d'un système de production fait peu de doute. Il arrive que les objectifs de production des exploitants s'opposent à ceux auxquels s'attache la société pour rationaliser l'utilisation des ressources et la protection de l'environnement. Il faut donc modéliser l'évolution simultanée des systèmes de production et des systèmes écologiques pour déterminer le comportement présidant à l'adoption de nouveaux systèmes de production. L'auteur propose un modèle permettant de prendre en compte l'interdépendance des objectifs économiques et écologiques.

Introduction

There is little doubt that conflicting goals often underlie the choices made while adopting a farming system. Farmers' goals for production may conflict with societal goals for wise resource use and environment protection. Individual farmers may disagree on the emphasis each places on market and nonmarket aspects of farming systems. Furthermore, a single farmer may have multiple goals that are to some extent inconsistent, for example, production of as much output as possible while reducing soil erosion. Sustainability of farming systems requires identification and resolution of conflicting goals. Identification and modeling of these interdependencies are useful for developing a more realistic view of adoption by farmers of farming systems and for providing a context to define sustainability of these systems. This paper proposes and explains such an approach.

Farming systems proponents often implicitly assume that all goals are equally weighted for all farmers, and that societal goals are shared by them. There are two problems with this assumption. The first problem is that a farmer can delineate a limited set of goals that maximize individual utility, while letting alternate goals serve as constraints in system selection. For example, a farmer who wants to maximize productive output of a system, may constrain himself or herself to choose a system that limits soil erosion and thus meets an alternate goal of natural resource protection. Another farmer may use an income constraint as a minimum requirement in selecting a system that does the most to improve the environment. The second problem is that farmers do not necessarily agree with the weight society assigns to various goals. Even if environmentally benign farming systems are identified, their adoption is not secured simply on the basis of their societal merits.

Farming systems research and extension should embrace a new consciousness by recognizing that the farming unit fits into a broader geographic and political context. Farmers cannot be expected to act in concert for decisions about systems adoption until their specific goals and constraint sets are in some way unified. More specifically, when farmers recognize that their utility is interdependent with other farmers, and with the society in which they function, the probability of their adopting a system that balances individual and societal goals increases. Once goals and constraints are identified, it is possible to evaluate the effectiveness of alternate farming systems in meeting these requirements. Information generated from farming systems

research should include a contextual analysis of the environmental, social, and political framework of the systems.

For natural resources and the environment, this requires : local analysis of existing environmental problems, ranking of the problems, description of the relative degree to which alternate farming systems are likely to maintain or enhance the environment, and qualitative and quantitative assessment of potential impacts.

Farming systems research and extension should embody the premise of coevolution of economically and ecologically viable agricultural systems. The way systems research is undertaken would then need to be restructured.

Farm-level analysis can provide on-farm economic and production information, but a wider survey of the region and each farm's context is needed. The concerns of the affected population should be accommodated by using a sufficiently large planning horizon in analyzing monetary and nonmonetary returns of alternate systems. Essentially, it takes the farm as an isolated unit and maps it to a larger system, with environmental and geopolitical boundaries serving as the extensive margins.

The role of experts in this approach is to transfer information, to train farmers in adaptive learning processes and on-farm experimentation, and to facilitate information transfer among farmers. Additionally, research and extension specialists should pilot identification of community values and preferences. Once common environmental goals are delineated, technical information about farming system impacts may be used to rate the alternatives by their effects.

Interdependencies in Agroecosystems Decisions

Norgaard (1984) has argued that economic and ecological systems coevolve through reciprocal responses between social and natural systems. Numerous feedback mechanisms insure that changes in one system stimulate responses in the other. Development strategies that consciously focus on only economic efficiency affect ecological systems in potentially negative ways, since adjustments are made continually to cope with perturbations in natural systems caused by deliberate changes in human systems. Agricultural production systems, being inherently invasive of ecological systems, affect and are affected by natural system responses.

Vandermeer (1990) showed that agroecosystems display chaotic behavior because of this relationship, time lags inherent in agricultural production, and emphasis on input decisions. The dynamic behavior of the systems produces changes that are so complicated that they cannot, in principle, ever be modeled precisely, nor be predicted accurately. Mapping the system's behavior would thus be an inappropriate approach to decisions on an optimum course, such as adopting a given production system. Instead, linkages between the mutual effects of the environment and agricultural systems should be recognized.

Cultural values, societal beliefs, social institutions, personal attitudes, technology, and the natural environment are part of the decision domain for agroecosystem evaluation (Hayden 1993). Agroecosystem assessment should include interactions of productivity, stability, sustainability, equitability, and autonomy (Marten 1988).

The coevolutionary approach thus requires recognition of both economic and ecological aspects of a system. In addition, an evaluator needs value judgments about the constituents of quality of life indicators. Since systems are adopted by individual farmers and these farmers are subject to community value systems, the local implications of agricultural system adoption should be considered. In particular, the influence of another's welfare on that of an individual can be modeled as part of the adoption decision process.

Decision Model for Farming Systems Adoption

From a behavioral standpoint, the decision model that describes adoption behavior represents utility maximization subject to farmer-identified constraints. The factors that affect utility and the constraint set may be monetary or nonmonetary, individualistic or altruistic. Goals embodied as factors in utility maximization or in constraints may be interdependent ; they are even related to the utility of other members of society.

The components that mutually affect farmers' welfare can be elicited through direct questioning about the environment and quality of life. Some of these factors could be held in common with other farmers ; other farmers' utility could even be relevant to the perceived welfare of the decisionmaker. This may be the case with close kinship or nonkinship relationships, and with situations where strong community values are observed. Etzioni (1988) has argued that collective rationality encourages mutually beneficial decisions, which must rely on utility functions other than those of the individual. Threshold levels for constraints may be derived from the interaction of technical requirements and value systems that guide the "correctness" of a given threshold.

Spatial and temporal considerations imply different levels of decision making priorities for sustainability. A farming system that is technically and economically feasible at farm level may fail to satisfy sustainability conditions when evaluated in the context of the ecosystem that surrounds the farm.

Individual behavior can fail to account for ecosystem impacts. Negative impacts on the environment and natural resource base due to agricultural practices may not have an effect on individual farm productivity in the short run. The effect may be negligible when a farming system is adopted by an individual farm, but the sum of the impacts may be significant if numerous farms adopt the system.

Environmental goods cannot be treated in a discrete manner for coevolutionary analysis. The environment performs three economic functions : resource supply for inputs used for production and consumption activities ; waste assimilation for by-products of production and consumption activities ; and supply of aesthetic commodities, which are usually consumed directly (Pearce, Turner 1990). An environmental system is continually changing, adjusting to perturba-

tions, and evolving. Klaasen and Opschoor (1991) compared welfare maximizing models of consumption, one of which framed utility as a continuous function of consumption and environmental assets, discounted to perpetuity. In this model, proposed by Barbier (1989), the objective is subject to constraints that include waste, resource use, and pollution as functions of consumption level. Assimilative capacity and biological productivity depend on the stock of environmental assets, which are negatively affected by environmental degradation. A minimum level of environmental assets must be maintained to provide a viable ecological base for economic activity.

Klaasen and Opschoor (1991) discussed the significance of incorporating environmental considerations in sustainable development, using postulates of ecological economics. Among their conclusions was the idea that environmental systems change in response to human activities. They also suggested that the three uses of the environment in human activities are intertwined, so that economic growth is restricted in nonadditive ways by the qualitative and quantitative degradation of environmental assets. Welfare is thus more than the sum of individual discounted preferences, because maximization of welfare also requires environmental compatibility of a system.

The following model links the welfare maximization problem of a farmer with associated environmental considerations and biophysical limits :

$$\int_0^{\infty} U_1 [C_1, E, U_2 (C_2, E)]\ e^{-rt}$$

$$\text{s.t.} \quad C_1 = f (Y_1, R_1)$$

$$Y_1 = g [X_1 (E), A]$$

$$E = h [(A - W_1 - W_2), (B - R_1 - R_2)]$$

where the subscripts 1 and 2 denote farmers 1 and 2. Farmer 1 maximizes discounted net present value of utility U_1, which is a function of farmer 1's consumption C_1 ; environmental amenities E ; and utility of farmer 2 U_2, which in turn is dependent on consumption by farmer 2 C_2, and environmental amenities E. If environmental amenities are such that individuals share benefits without reducing the benefits to others, the variable E need not be subscripted. This objective function accommodates inclusion of the utility of another farmer, as theorized in the mutual support scenarios.

The constraints are suggestive of the interactions between the environment and agricultural system. The first constraint indicates that consumption for farmer 1 is a function of productive output Y_1 from the selected agricultural system and harvested renewable resources R_1. The second constraint gives an implicit form of the production function of farmer 1, making it dependent on productive inputs X_1 and assimilative capacity of the environment A. As the efficiency of productive inputs may also depend on environmental amenities, the ecosystem and agricultural system are connected. The third constraint makes the environmental amenity a function of : net amenity quality, given by the difference between assimilative capacity A and waste generated by both farmers W_1 and W_2 ; and net renewable resources, given by the difference between biological regeneration capacity B and renewable resource use by both farmers R_1 and R_2. The factors in this functional form could take on negative values, if waste accumulation exceeds assimilative capacity, or use of renewable resources exceeds biological regeneration capacity.

This model describes the effects of biophysical limits and human activities on environmental assets in the third constraint. These effects are linked to both production from the agricultural system and to utility, through consumption of agricultural outputs and environmental amenities. The welfare of others is explicitly accounted for in the objective function to be maximized. The linkages among the uses of the environment as resource supplier, waste assimilator, and aesthetic commodity are all described. Comparative statistics can be used to show how policy outcomes differ when using this type of model compared with those in which such linkages are not made. Since this is a model of individual choice, it is appropriate to use location-specific information to determine functional forms.

Recognition of the linkages between the ecosystem and agricultural system, and between utility functions of various individuals places a burden on researchers and extension specialists to evaluate the nature of the linkages and to quantify them where possible.

Implementing the Concept of Interdependencies

Farming systems researchers and extension specialists can play an important role in assisting individual farmers and communities to discover their objectives and constraints. The objectives can be separated and sustainability can be examined on the basis of different production and biophysical goals (Giampietro et al 1992).

The community assessment approach combining quality of life and social impact studies gives both objective and subjective indicators (Olsen et al 1985). Objective and subjective procedures can be combined in several steps that lead to an evaluation of community goals. A profile of basic values prevailing in the community as a whole and among major segments is constructed to obtain a description of the dominant cultural and subcultural values. The profile then serves to identify those aspects of the community that residents believe are important for their quality of life and maintenance of the community. Empirical indicators are identified and weights assigned to various indicators ; the desired state of each indicator must also be determined. Relevant data on the objective and subjective indicators should be collected from available sources. Social indicator data are used to plot trends or current conditions to explain where the community is in relation to where it would like to be.

Olsen et al (1985) found these methods suitable even for unsophisticated respondents. Researchers and extension specialists can follow this procedure and develop a community profile that is enlightening for individuals in the community and for those who study the coevolutionary process. The strength of shared values indicates mutuality of utility functions among decisionmakers and helps to identify the objective function for given individuals.

The community profile may also be used to specify the constraints that will be placed on the objective function. In addition, the general technical data that are generated about an agricultural system give insights into the ecological-agricultural linkages that the model displays. Individual indicators of sustainability may be developed (Giampietro et al 1992) or combined in the behavioral model to assess the flow through the ecological-economic decision process. Data required for this exercise can be generated through on-farm research or demonstrations based on community goals.

Conclusion

The coevolutionary nature of ecology and economics makes it difficult to develop a behavioral model to assess optimum agricultural systems adoption. This paper proposes a model and discusses its implementation in a context that recognizes the linkages between human and natural systems.

Acknowledgments

This research was initiated while the author was visiting scientist at the Swedish University of Agricultural Sciences (SLU) in Uppsala, Sweden. Financial support from the Swedish Foundation is gratefully acknowledged. Discussion with researchers at the Department of Crop Production Science and the Department of Economics, SLU, enhanced the resulting paper.

References

Barbier EB. 1989. Economics, natural resource scarcity and development : conventional and alternative views. London, UK : Earthscan.

Etzioni A. 1988. The moral dimension. Toward a new economics. New York, NY, USA : The Free Press. 314 pp.

Giampietro M, Cerreteili G, Pimentel D. 1992. Assessment of different agricultural production practices. Ambio 21 :451 —459.

Hayden FG. 1993. Ecosystem valuation : combining economics, philosophy, and ecology. Journal of Economic Issues 27 :409 —419.

Klaasen GAJ, Opschoor JB. 1991. Economics of sustainability for the sustainability of economics : different paradigms. Ecological Economics 4 :93 —115.

Marten GG. 1988. Productivity, stability, sustainability, equitability and autonomy as properties for agroecosystem assessment. Agricultural Systems 26 :291 —316.

Norgaard RB. 1984. Coevolutionary development potential. Land Economics 60 :160 —173.

Olsen ME, Canan P, Hennessy M. 1985. A value-based community assessment process. Integrating quality of life and social impact studies. Sociological Methods and Research 13 :325 —361.

Pearce DW, Turner RK. 1990. Economics of natural resources and the environment. Baltimore, MD, USA : Johns Hopkins Press. 378 pp.

Vandermeer J. 1990. Notes on agroecosystem complexity : chaotic price and production trajectories deducible from simple one-dimensional maps. Biological Agriculture and Horticulture 6 :293 —304.

Participatory Technology Development for Soil Fertility Management in Tropical Highlands

Steiner, Kurt Georg[1] ; Scheidegger, Urs[2]

[1]Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), Postfach 5180, 65726 Eschborn, Germany ;

[2] Swiss College of Agriculture, Länggasse 85, 3052 Zollnikofen, Switzerland

Abstract

Rwanda is one of the most densely populated countries in Africa. Mean farm sizes are below 0.5 ha in many areas, leading to very intensive cropping. Pressure on land has led to the expansion of cropping on steep slopes and marginal soils, aggravating soil fertility problems and erosion. Soil conservation techniques proposed by extension services are unattractive to farmers, because of the time lag between initial investment and returns. Participatory technology development for soil management was introduced in southern Rwanda to support farmers systematically in their efforts toward increased and sustainable agricultural production. Farmers rarely mentioned erosion as an important production constraint, but they became increasingly aware of the problem after participating in investigations into the causes of low soil fertility and in the design of soil conservation trials. A system of contour bunds fixed with Desmodium *and fodder shrubs, and furrows between cultivated beds was tested. It cut soil losses from 75 t/ha to nearly 0 t/ha, but yields did not increase over the 5 years of experimentation. Farmers continued to experiment with several modifications of the basic idea, adapting it to their immediate needs for higher food production, while retaining the soil conservation motive. The participatory approach is conducive to the development of soil management technology. Farmers play a key role in the development of relevant and acceptable technology, but they need time and first-hand experience to decide if a specific measure fits into their system. While they are ready to invest in longer-term sustainability objectives, they seek short-term benefits. Options that combine both concerns can be found within commodity programs.*

Keywords

Soil fertility, soil conservation, participatory technology development, short-term benefits, returns on labor.

Résumé

Le développement participatif des technologies de gestion de la fertilité des sols dans les régions montagneuses tropicales

Le Rwanda est parmi les pays les plus peuplés d'Afrique. La taille moyenne des exploitations agricoles a baissé en dessous de 0,5 ha dans plusieurs régions. Le manque de terre oblige les agriculteurs à cultiver même des pentes raides et des sols marginaux, aggravant les contraintes de fertilité et d'érosion des sols. Les services agricoles entreprennent depuis des années des efforts considérables pour introduire des méthodes appropriées de gestion des sols, mais faute d'une augmentation immédiate des rendements, l'adoption par les agriculteurs est restée faible. Le développement participatif des technologies de gestion des sols a été entrepris dans le centre-sud du Rwanda, afin d'appuyer les agriculteurs dans leur recherche d'une agriculture productive et durable. L'érosion du sol est rarement citée comme contrainte, mais les agriculteurs ont été sensibilisés par une analyse approfondie des causes de baisse de fertilité du sol et par des essais dans leurs propres champs. Agriculteurs et chercheurs ont conçu un système de billons permanents, fixés par des plantes fourragères et des planchettes. Ce système s'est montré efficace contre l'érosion, réduisant les pertes en terre de 75 t/ha à presque zéro, mais les rendements n'ont pas augmenté pendant les cinq années de l'essai. Les paysans ont essayé plusieurs modifications du système, l'adaptant à leur besoin immédiat d'une production plus élevée de denrées alimentaires, sans négliger l'objectif de conservation du sol. Les études ont montré que l'approche participative peut être adaptée au développement des technologies de gestion des sols. Les agriculteurs sont les acteurs principaux du développement des technologies d'une agriculture durable, mais ils ont besoin de temps et de leur propre expérience avant de décider si une technologie particulière est adaptée à leur système de production. Même s'ils sont prêts à investir dans des objectifs à long terme, ils cherchent d'abord des bénéfices à court terme. Les

options combinant ces deux objectifs peuvent être offertes par des programmes d'amélioration des cultures.

Introduction

Farming systems in Rwanda are based on knowledge accumulated by generations of farm families. Until recently, these systems were well adapted to local ecological conditions. But, as in many other African countries, population growth and increasing pressure on land, have forced farmers to increasingly cultivate marginal lands and steep slopes and to overexploit originally fertile soils. This development led to a rapid decline in soil fertility, increased soil erosion, and diminishing yields.

A favorable climate and adequate rainfall have always supported dense populations in Rwanda. However, the current population density of over 700 inhabitants/km^2 in some parts of the country seems to have reached the limits of the carrying capacity of even the most fertile regions. The lack of nonagricultural employment — only about 5 % of the population lives in urban centers — only adds to this pressure. Average farm size in many areas is below 0.5 ha.

Farming systems have undergone major changes over the past century. New, more productive food crops have been introduced (eg, sweet potato, cassava, avocado), cultivation of others has expanded considerably (eg, banana), and export crops have been introduced (mainly coffee). Crop and livestock production subsystems have been merged into one agropastoral system. Valley bottoms and upland pastures have been converted to cultivated land (Graf 1991). This rapid change in Rwanda's agriculture is illustrated by the 54-percent increase in cropped area between 1965 and 1984 (De Graaff 1993).

Intensive cropping virtually without nutrient inputs led to one of the highest nutrient deficits in the world ; it was estimated at 130 kg/ha of $N + P_2O_5 + K_2O$ in 1983 (De Graaff 1993). Research and development support was needed through targeted interventions to strengthen the innovation capacity of farmers.

This paper describes work on participatory technology development (PTD) for soil fertility management and analyzes specific problems related to resource-poor smallholdings. It is based on a project in the province of Butare in southern Rwanda (Steiner et al 1993).

Soil Fertility in Rwandan Agriculture

Most soils in Rwanda have low fertility owing to rapid decomposition of organic matter in the subhumid climate and a low cation exchange capacity (Rutunga 1991 ; Pietrowicz 1985). Soils are highly weathered and mineralization of parent material takes place far beyond the rooting zone of crops. Land shortage forces farmers to cultivate marginal land, often on steep slopes, where soil degradation may be so severe that it becomes irreversible. Where insufficient recycling of organic matter and soil nutrients reduces soil fertility, poor crop cover and low water infiltration aggravate runoff and consequently soil erosion (Lewis et al 1988 ; Moyersons 1990).

Two agroecological zones with low soil fertility, located near the central agricultural research station in southern Rwanda, were selected for the study (Table 1).

Table 1. Means and standard deviations of soil parameters from on-farm trials in two agroecological zones in southern Rwanda and on-station trials at Rubona, Rwanda.

		Plateau central		Dorsale granitique			
		On-farm (n = 15)		On-farm (n = 14)		On-station (n = 72)	
Parameter		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
pH (H_2O)		5.4	0.4	5.5	0.3	5.2	0.4
pH (KCl)		4.3	0.4	4.4	0.3	4.2	0.3
C	(%)	1.3	0.3	1.8	1.0	1.9	0.6
N	(%)	0.11	0.02	0.14	0.08	0.19	0.05
P (Bray)	(ppm)	17	19	31	26	11	6
	(error[a])	2.1	0.9	4.1	2.8	3.3	2.0
Ca	(cmol/kg)	0.9	0.4	1.2	0.8	0.44	0.46
Mg	(cmol/kg)	0.19	0.08	0.26	0.12	0.22	0.12
K	(cmol/kg)	4.3	1.1	6.3	3.4	5.9	3.3

Source : *Steiner et al 1994.*

a. Methodological error (values overestimated).

Soils are generally more fertile on the top than on the lower part of a slope, where soils are more acid and aluminum may reach toxic concentrations (Nizeyimana, Bicki 1992 ; Steiner et al 1994).

Annual soil loss varies widely with rainfall distribution, slope gradient, cropping system, and soil conservation measures. Annual loss in station trials with sole crops (20 m runoff plots, 24 % slope) varied between 2.7 t/ha and 130 t/ha over 5 years. Adequate farming practices on medium fertility soils limited annual loss to 70 —80 t/ha (Table 2). In station trials it was estimated that for 80 t/ha of soil, 144 kg N, 2 kg P, 14 kg K, and 59 kg Ca were exported. Losses due to runoff were not measured. The low quantity of P loss can be attributed to a low P status.

Table 2. Soil loss (t/ha of dry soil) in farmers' fields on the Plateau central and Dorsale granitique in Rwanda,1991/92.

Soil type	Slope (%)	Plot length (m)	Soil loss (t/ha)	Maximum rainfall in 24 h (mm)	Maximum soil loss in 24 h (t/ha)
Loamy sand	30	15	74	63	28
Loamy clay	20	10	80	63	32
Sandy loam	20	14	82	63	23
Loamy clay	20	10	84	63	69
Loamy clay	40	12	80	63	61
Sandy loam	25	10	6	48	4
Sandy loam	24	10	69	85	59
Sandy loam	25	15	77	85	72
Sandy loam	35	10	10	85	6
Sandy loam	35	15	28	85	12

In spite of these losses of soil and nutrients, no clear decrease of soil productivity was observed over the 5 years of experiments, as seasonal variation in climatic and biotic constraints causes high yield fluctuation.

Farmers are aware of soil degradation and have developed management practices that can maintain soil fertility for generations, even on steep slopes (>50% inclination). Examples of these practices include (Nyamulinda 1989):
- establishment of microterraces (1 m wide);
- utilization of farmyard manure and compost;
- concentration of manure on plots sown to sweet potato;
- application of up to 60 t/ha of manure to alleviate aluminum toxicity;
- mulching of banana.

Farmers also changed to crops better adapted to low soil fertility; beans were replaced by soybean (more tolerant of high aluminum concentrations), and sorghum by cassava and sweet potato.

Since 1972 the government of Rwanda has undertaken considerable efforts to prevent soil erosion. Blind ditches and erosion control lines were declared compulsory and by 1988 these structures covered 80 % of agricultural land (Ndayizigiye 1990). However, these efforts are not as effective as they should be because of the wide distance (15 —20 m) between the erosion control lines, regardless of the slope. Moreover, as these structures were forced on farmers, they tend to consider that soil erosion is a problem of the government and it hardly concerns them (Steiner, Uwera 1990).

Recently, the government promoted construction of bench terraces, which require even more labor investment and often result in initial productivity decline because of soil disturbance.

Research and development projects are experimenting with agroforestry systems, because they have the potential to address simultaneously soil fertility constraints and shortage of fodder and fuel. But returns on investments are slow and take several years (Kotschi et al 1991).

Farmers' Perception of Soil Fertility

During in-depth interviews with 40 farmers in the study area, 66 % mentioned a decline in soil fertility over the past 10 years (Scheidegger 1991). As evidence, they cited yield reduction for all crops except cassava and changes in the composition of indicator plants. It was, however, difficult for both farmers and interviewers to separate the effect of soil fertility from the impact of diseases (especially soil-borne diseases), whose incidence has increased recently. Among the reasons for soil fertility decline, 48 % of those interviewed suggested intensive cropping (less fallow) and 24 %, reduced manure availability. Soil erosion was mentioned spontaneously by only one farmer as a reason for fertility decline. When the farmers were specifically questioned about soil erosion, only 16 % considered it a problem on their farm. However, several others claimed to have observed better crop development in plots where they had deposited eroded soil taken from blind ditches.

That farmers are constantly concerned with soil fertility is evidenced by their concept of indicator plants and careful management and allocation of manure and other organic material. But, faced with the urgent short-term need for food, they may be forced to set aside or even act against the longer-term goal of soil fertility maintenance.

A survey on yield constraints conducted in 1989 with 48 farmers in the two agroecological zones illustrates another aspect of farmers' perception of soil fertility (Schürg 1993). The most important constraints cited by farmers were lack of manure (26 %), poor soils (11 %), and diseases (10 %); the constraint mentioned most frequently (45 %) was drought because it was a serious problem in the area during the season preceding the survey. While soil fertility is a constant — but predictable — constraint to production, others such as drought, excess rainfall, diseases and pests can take precedence when they appear, however sporadic the occurrence.

Participatory Technology Development: The Challenges

Limited adoption of soil management technologies is often attributed to their top-down development and implementation. Participatory technology development (PTD) could enhance relevance of development work and thereby increase chances of adoption. However, PTD faces several challenges linked specifically to soil management.

PTD aims at solving problems identified by farmers. Although low soil fertility is considered a problem by farmers, one of its causes, erosion, is hardly mentioned. Careful analysis of the problem, together with farmers, is crucial in assessing the importance of erosion in soil degradation and in showing them how the processes are linked. In our study, interest in erosion control (as measured by the number of farmers who volunteered to conduct trials) increased as a result of joint evaluation of on-station trials. Awareness of the effects of erosion grew as farmers conducted experiments in their own fields. The farmers proved to be good observers as they detected early signs of erosion. They also realized that erosion removed the most fertile parts of the soil.

Observation of farmers' practices for soil fertility maintenance and erosion control can help research and development acquire a better understanding of farmers' constraints, possibilities, and strategies. Over the past 30 years Rwandan farmers have introduced several changes that have a potential to counteract soil degradation (Graf 1991):
- merging of livestock and crop production, which are traditionally separate occupations, for close recycling of manure;
- expansion of banana plots intercropped with annual crops, to increase ground cover and recycling of organic matter;
- introduction of avocado trees into the system, to enhance soil fixation by tree roots.

But these changes were made without backstopping and, in the case of banana, even against the research recommendations.

Soil conservation measures should yield short-term benefits if they are to interest farmers. In semiarid areas, techniques to reduce runoff produce rapid results through better water conservation. In the subhumid climate of Rwanda, however, as water conservation is a less important issue, short-term gains must be sought for other constraints.

Research and development specialists, who regard soil conservation as a precondition for any sustainable development, integrate this long-term aspect into the PTD process. Farmers, who seek to satisfy their immediate need for food, stress the short-term production impact, but they are also best placed to judge if recommended measures are compatible with their constraints and capacities (eg, labor requirements).

PTD is a process, and partners in this process should be ready to rethink and reevaluate their initial perceptions at any point. Farmers in the study area initially identified the problem of fodder shortage and started planting fodder shrubs along contour lines. However, after the first trials it became evident that investment in land and labor for fodder production were often not cost-effective ; farmers therefore shifted to sweet potato production on bunds instead.

Experience with Participatory Development of Soil Conservation Technology

Testing of simple conservation techniques, based on discussions with farmers, began in 1988 on 10 farms in two agroecological zones. As farmers grew more interested, the number rose to 37 researcher-managed and 19 farmer-managed trials in 1992. Contour bunds fixed with cover crops (*Desmodium uncinatum*) and shrubs (*Leucaena diversifola* and *Calliandra calothyrsis*) were established at 5-meter intervals with beds and furrows in between. Maintenance was needed during the first 2 years, when heavy rainfall damaged beds and bunds locally. Thereafter, the bunds were fixed by cover vegetation and withstood rains up to 80 mm in 24 h ; runoff was also controlled. *D. uncinatum* fixed the soil completely and water passing over bunds no longer caused damage ; eroded soil was filtered by the cover crops. Soil losses were reduced to almost nil, compared with losses of 70 —80 t/ha in control plots (Table 2).

Although erosion was effectively controlled, yields did not increase during the 5 years of experiments (except for the uppermost parts of highly degraded progressive terraces). Thus, production losses corresponding to the area "lost" to bunds (16 —20 % of the plot surface) were not compensated by increased productivity in the area between the bunds (Table 3). The value of fodder production (including proportional value of manure production) on the bunds was only 3 % of total production (value of sorghum and bean yields).

Although the system of contour bunds combined with beds and furrows required considerably lower labor investment than bench terraces or blind ditches (Table 4), returns on labor decreased during the first few years. They are not expected to exceed values of unprotected plots before at least 5 years after establishment of the system.

Table 3. Impact of soil conservation measures on sorghum grain yields (kg/ha) in on-farm trials (in 2 agroecological zones) and on-station trials, Rwanda, 1989 —1993.

Zone	1989	1990	1991	1992	1993
Plateau central	n = 8	n = 9	n = 9		
unprotected check	1780	2122	1221		
bunds and beds[a]	1666	1750	1211		
CV (%)	16.9	15.5	14.2		
Dorsale granitique	n = 8	n = 9	n = 5	n = 7	
unprotected check	1431	-	882	1215	
bunds and beds[a]	1277	1346	808	1430	
CV (%)	32.0	-	-	47.1	
Rubona station[b]	n = 3	n = 3	n = 3	n = 3	n = 3
unprotected check	1818	2920	3214	3151	3185
bunds and beds[a]	2059	2827	2634	2450	3037

a. Yields are calculated as production over total plot area including bunds (area lost 16 %).
b. Means of three sites with slope inclination of 13 —31 %.

Table 4. Estimates of labor requirements (man-days/ha) for establishment and maintenance of bunds and beds, compared with blind ditches and bench terraces in Rwanda.

Operation	Labor (man-days/ha)
Establishment of bunds (2000 m/ha)	25 —30
Forming of beds and furrows	50 —60
Planting of shrubs	15
Maintenance	(annual) 6 —30
Total	96 —135
Establishment of blind ditches	250
Maintenance of ditches (annual)	100 —150
Bench terraces	800 —1200

Figure 1 shows various scenarios for changes in gross returns based on changes in yield : annual yield decreases of 1 %, 2 %, or 3 % in control plots and annual increases of 1 % or 2 % on protected plots. Labor costs were based on highest wages paid by farmers for hired labor, as most of the work had to be executed during peak periods. The break-even point is reached within 3 —7 years, depending on the scenario. Similar results were obtained in Ethiopia for comparable conservation practices (Ludi 1991) ; the break-even point in this case was reached after 6 —7 years.

Farmers showed keen interest in experimenting with soil conservation techniques. During the 5 years of experiments,

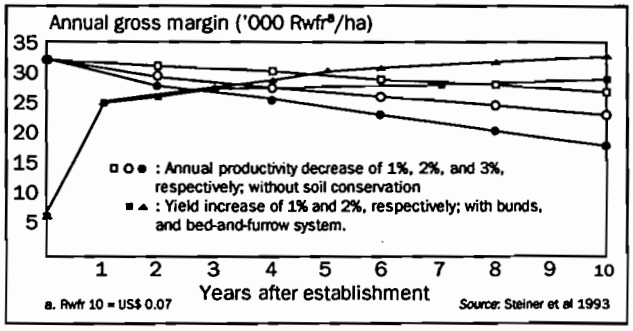


Figure 1. *Changes in gross margin/ha, with and without soil conservation in Rwanda.*

only 3 out of 40 farmers abandoned the trials because of high labor requirements. In the second year, several farmers installed trials on their own initiative, and from the third year on several farmers extended the bunds and bed-and-furrow system over the entire field (Steiner et al 1993).

Farmers' evaluation of the technology highlighted its main shortcomings (Table 5), and a series of modifications were proposed to overcome them :

- abandoning bed cultivation between the bunds ;
- cultivating sweet potato on the bunds for food production rather than erosion control ;
- mineral fertilization to enhance the value of investments in erosion control structures (but inputs of 40 kg/ha each of N, P_2O_5, and K_2O did not significantly increase yields) ;
- concentration of available manure on erosion control plots, where farmers expected a better effect because the manure was no longer removed by erosion (they observed yield increases in these plots).

Table 5. Farmers' perception[a] after testing (n = 36) the contour bund and bed-and furrow system for 3 years in Rwanda.

Perception	Farmers' response (%)
Advantages	
reduced erosion	92
fodder production	78
Shortcomings	
high labor input	47
no food crops on bunds	36
insufficient yield increase	42

a. Based on an open questionnaire.

Lessons Learned

Farmers apparently became increasingly aware of the need for soil conservation during the PTD process, especially after they realized that their suggestions on trial design were taken seriously and that the objective was not to start yet another compulsory soil conservation scheme. Interest in conducting trials should not be taken, however, as an direct indication of farmers' concern for soil conservation. Fringe benefits such as free seed for trials or social prestige may have played a key role in their decision to collaborate ; general interest in experimentation should also not be underestimated.

Farmers, however, began to modify the proposed technology. Some modifications mentioned above may reduce erosion control efficiency, but these "second best" solutions (eg, sweet potato on bunds) stand a better chance of being adopted by a wide range of farmers. A similar response was observed in other African countries, where farmers preferred less labor-demanding, although technically less efficient, soil conservation techniques (Table 6).

In another example from green manure trials, farmers favored *Sesbania macrantha* because this species produces stakes (for climbing beans) within one or two seasons. *S. macrantha* was planted at low density to obtain solid stakes, but little biomass was produced for incorporation (Steiner et al 1994). Although this technique had little effect on soil fertility, it introduced a new species into the system ; moreover, *S. macrantha* is a legume and its root system stabilizes the soil.

Table 6. Land and labor requirements associated with soil conservation techniques widely used in Africa.

Conservation technique	%Land absorbed/ha	Man-hours needed to construct 100 m
Bench terracing	7.5—52.5	808
Grass strips	16.7	
Contour bunding	9.1	
Stick and stone bunding	2.2	30—31
Broad-based banks	0	19
Contour cultivation	0	
Conservation tillage	0	
No method (only stick and stone collecting)	na	15

Source : *Sperling, Steiner 1992.*

Modifications by farmers may also bear risks sometimes. Farmers often modified the tested bunds and bed-and-furrow technology to such an extent that the outcome was virtually the existing practice, which had earlier been judged undesirable. Sometimes farmers reduced their input into protection structures to such a level that they became ineffective (and this minimal input was also lost). Inappropriate modifications should not be allowed to become counterproductive ; for example, they should not increase erosion instead of reducing it. Sperling and Steiner (1992) proposed the ability to withstand considerable modifications as an additional evaluation criterion for new technologies.

Technologies beyond the scope of sustainability-oriented programs should be explored to identify those that combine short- and long-term benefits. Technologies that combine short-term production impact and a potential to increase sustainability can be found in commodity programs. Root rots recently became a serious problem in bush bean crops in the area. Together with farmers, researchers developed two options to alleviate root damage (Buruchara, Scheidegger 1992) :

- incorporation of *Leucaena* foliage before planting, which increased yields by 43—128 %, depending on season ;
- sowing on ridges, which increased yields by 138 % in one season, but did not affect them in three others.

Collaborating farmers took the initiative and started growing *Leucaena* on their farms in various arrangements. Regardless of the arrangement, *Leucaena* is expected to increase soil fertility and control erosion to some degree in the long term. Farmers' interest in growing *Leucaena* was rather unexpected, as development projects in the area had long tried without success to promote the species for soil fertility improvement. Sowing beans on ridges may have potential in root rot-prone areas ; they increase yield stability in the short term and check erosion.

Development of technologies aiming at fertility enhancement may affect division of labor between women and men. Initially, both women and men attended meetings and evaluations, but women did not participate very actively in the discussions. Later, separate meetings were organized

for both genders, which allowed women to freely express their ideas and expectations (Steiner, Uwera 1990). Only then did it became evident that women were more interested in forage production, as it would ease fodder collection for stabled livestock. The decision to plant hedgerows was taken by men, who considered that it was cheaper if women and children collected fodder in the surrounding areas or grazed goats and cattle along roadsides.

The 5-year experimentation on soil fertility revealed a discrepancy between views and considerations of farmers and researchers concerning soil fertility management. Researchers (extensionists, planners, policymakers) have to consider long-term effects of farming practices ; therefore, maintenance and improvement of soil fertility as the basis of crop production is a primary concern. They consider costs and time in a different way than farmers do ; for researchers, the objective seems to justify any effort. The participatory approach to technology development has proved effective in bringing together longer-term objectives of researchers with the needs and capacities of farmers. Continuous discussion during joint design and evaluation of trials (both on-farm and on-station) have created an atmosphere of mutual understanding and a common thrust toward highly productive, sustainable systems.

References

Buchurara RA, Scheidegger UC. Development of cultural components in integrated management of root rots of beans. *In* Septième séminaire régional sur l'amélioration du haricot dans la région des Grands Lacs, Goma (Zaire) (Musungayi T, Scheidegger UC, ed.). CIAT African Workshop Series. Cali, Colombia : Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). (In print)

De Graaff J. 1993. Soil conservation and sustainable land use : an economic approach. Amsterdam, The Netherlands : Royal Tropical Institute (KIT).192 pp.

Graf W. 1991. Innovation in small farmer agriculture and the role of research. Dissertation No. 9540. Zurich, Switzerland : Federal Institute of Technology. 158 pp.

Kotschi J, Neumann I, Pietrowicz P, Haas J. 1991. Standortgerechte Landwirtschaft in Ruanda. Zehn Jahre Forschung und Entwicklung in Nyabisindu. Schriftenreihe der GTZ No. 223. Eschborn, Germany : Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). 174 pp.

Lewis LA, Clay DC, Dejaegher MJ. 1988. Soil loss, agriculture and conservation in Rwanda : towards sound strategies for soil management. Journal of Soil and Water Conservation 43 (5) :418 —421.

Ludi E. 1991. Kosten und Nutzen von Bodenkonservierung im äthiopischen Hochland. Working paper. Bern, Switzerland : University of Bern, Institute for Geography. 63 pp.

Moyersons JL. 1990. La nature de l'érosion des versants au Rwanda. Annales des Sciences Economiques 19.

Ndayizigiye F. 1990. Aperçu sur les pratiques de conservation des sols et de gestion hydrique au Rwanda. Réseau Erosion Bulletin No. 10. Montpellier, France : Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération (ORSTOM).

Nizeyimana E, Bicki J. 1992. Soil and landscape relationships in the north-central region of Rwanda, East-Central Africa. Soil Science 153 :225 —236.

Nyamulinda V. 1989. Les méthodes autochthones de conservation des sols en Préfecture de Ruhengeri, Rwanda : leur nature et leur mode d'insertion dans la trame actuelle de lutte contre l'érosion. Bulletin Agricole du Rwanda 1 :3 —13.

Pietrowicz P. 1985. Les sols de la région d'action du projet agro-pastoral de Nyabisindu, PAP. Nyabisindu, Rwanda.

Rutunga V. 1991. Essai de synthèse des connaissances acquises sur la fertilité des terres et la fertilisation des cultures au Rwanda (1960 —1990). Kigali, Rwanda : Ministère d'Agriculture (MINAGRI) ; United Nations Development Program (UNDP). 124 pp.

Scheidegger UC. 1991. Problèmes de fertilité de sols en relation avec le haricot. Pages 155 —161 *in* Sixième séminaire régional sur l'amélioration du haricot dans la région des Grands Lacs, Kigali (Rwanda) (Nyabyenda P, Scheidegger UC, ed.). CIAT African Workshop Series No. 17. Cali, Colombia : Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

Schürg A. 1993. Nécessité, forme et acceptation des mesures de protection contre l'érosion dans des sites tropicaux. Une étude de cas du Rwanda. Document de Travail No. 13. Rubona, Rwanda : Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) ; Institut des sciences agronomiques du Rwanda (ISAR). 53 pp.

Sperling L, Steiner KG. 1992. Farmers and sustainable agriculture : socio-economic concerns in the development of new soil management practices. Pages 30 —43 *in* Phosphorus cycles in terrestrial and aquatic ecosystems (Thiessen H, Frossard E, ed.). Saskatoon, Canada.

Steiner KG, Uwera MJ. 1990. Developing improved soil and water management technologies with and for small farmers. Experiences from Rwanda. Proceedings of the Workshop on Farm Households in the Process of Development as Partners in Project Work, 3 —5 May 1990. Feldafing, Germany : DSE.

Steiner KG, Blanken J, Uwera MJ, Sekayange L, Ndyanabo E. 1993. Développement participatif des techniques de conservation des sols dans deux zones agro-écologiques du Sud du Rwanda. Document de travail No. 10. Rubona, Rwanda : Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) ; Institut des sciences agronomiques du Rwanda (ISAR). 32 pp.

Steiner KG, Bischoff WA, Nzabonihankuye G, Drechsel P. 1994. Relations entre rendement, position sur le versant et sol dans deux zones agro-écologiques dans le centre-sud du Rwanda. Note technique. Rubona, Rwanda : Institut des sciences agronomiques du Rwanda (ISAR). 41 pp. (In print)

Méthodes d'étude des relations entre activités agricoles et paysages

Thenail Claudine ; Baudry Jacques
INRA, Unité SAD-Armorique, 65, rue de Saint-Brieuc, 35042 Rennes Cedex, France

Résumé

Les questions actuelles sur le devenir de l'environnement rural concernent largement des processus (flux d'eau, d'espèces, etc.) qui s'expriment dans un espace en continu, le paysage (mosaïque d'éléments spatiaux). Ces processus sont fortement liés à la façon dont les activités agricoles participent à la production des paysages : il est ainsi utile de modéliser les relations entre les exploitations agricoles et la dynamique des paysages. Dans un premier temps, l'exploitation est abordée comme un système : on détermine ainsi les choix d'utilisation des terres, les pratiques et leurs facteurs déterminants. Par ailleurs, le paysage peut être considéré comme un système écologique dans lequel l'arrangement spatial des champs et de leurs bordures gouverne les flux d'espèces et de matière.

Dans un troisième temps, nous proposons d'étudier les territoires des exploitations et leur agrégation dans l'espace comme un ensemble d'unités spatiales et fonctionnelles en interrelation, piloté par les exploitants. Cela permet la mise à jour des mécanismes reliant les activités agricoles et le paysage. La démarche de recherche est illustrée par une étude de cas en Normandie.

Mots clés

Agriculture, exploitation agricole, écologie du paysage, utilisation des terres, structures spatiales.

Abstract

Methods for Investigating Relationships between Farm Activities and Landscape. *Current questions regarding the fate of the rural environment are largely concerned with the processes (fluxes of water, species, etc) found in the space continuum represented by the landscape (mosaic of spatial elements). These processes are strongly related to the way in which farm activities shape the landscape — hence the interest in modelling the relationships between farm activities and landscape dynamics. The farm is a system of which the factors determining choices of practice and land use can be examined. The landscape can be considered as an ecological system where the spatial arrangement of fields and field boundaries constrains or facilitates fluxes of species and matter. We propose a method for studying farm territories—in isolation and aggregated in space as a whole, comprising spatial and functional units managed by the farmers. This method helps us understand the effects of farming activities on the landscape and the way in which they drive ecological processes. A case study in Normandy is used to illustrate these concepts.*

Introduction

L'ensemble des recherches sur l'amélioration des productions et des conditions de production en agriculture se sont exprimées par des approches sectorielles (amélioration de techniques, d'espèces végétales ou animales...) puis plus tardivement, par une approche globale de l'exploitation (Bonneau *et al.*, 1982 ; Capillon et Manichon, 1991). Dans ce dernier cas, l'exploitation est considérée comme un système. Cette démarche répond à la nécessité de rendre compte de processus se déroulant à des échelles supérieures, englobantes, dans l'exploitation : l'organisation du travail, l'organisation des transferts d'énergie, d'aliments...

Aujourd'hui, l'émergence d'un certain nombre de problématiques liées au territoire ou au paysage (pollution, flux d'espèces... désertification...) amène à raisonner non plus seulement en terme de développement de l'exploitation, mais aussi de développement conjoint des exploitations et du territoire qu'elles occupent.

Se pose alors la question des moyens et concepts nécessaires à l'étude des phénomènes liés aux exploitations agricoles, qui se déroulent et s'expriment spatialement.

Nous verrons dans un premier temps en quoi l'approche de l'exploitation en terme de système (Bourgeois, 1983 ; Osty, 1978) informe sur les relations entre l'exploitation et son territoire.

Dans un deuxième temps, nous montrerons en quoi le paysage (mosaïque d'éléments spatiaux) peut être représenté comme un système. Cette démarche est particulière à l'écologie du paysage. Dans ce cadre, les activités agricoles, telles qu'elles s'expriment sur le territoire, sont prises en compte comme facteurs structurants.

Dans un troisième temps, nous verrons comment le fonctionnement des exploitations peut être analysé spatialement pour comprendre la dynamique du territoire d'une exploitation, puis d'un territoire englobant comprenant les territoires d'exploitations agrégés. Le territoire est ici considéré comme l'espace concret sur lequel un acteur (l'exploitant) ou un groupe d'acteurs exerce (nt) son (leur) activité.

Les résultats présentés sont principalement tirés d'un ensemble d'études menées dans le pays d'Auge (Normandie). Cette région présente un milieu physique varié (niveau de pente, d'humidité, etc.). L'agriculture est principalement fondée sur la production laitière (débouchés en fromage d'appellation d'origine contrôlée), avec des variantes de production en viande de bovins et/ou céréales (plus rarement). L'utilisation du sol est dominée par la prairie permanente.

Le protocole de recherche (pluridisciplinaire : économie/agronomie/écologie) a consisté en l'échantillonnage de communes entières, représentatives de la diversité régionale en terme de contraintes de milieu physique, et de bassins d'emplois. Nous avons cherché à entrer en contact avec la totalité des utilisateurs du sol de chaque commune et réussi à en consulter 180 en tout (Denis *et al.*, 1993). Quinze exploitations agricoles ont été ensuite retenues au sein de cette population.

L'exploitation agricole comme système

Les informations sur les 180 ménages recueillies par enquête rendent compte notamment :
- de la composition du ménage ;
- des moyens de production (surface agricole, troupeaux, bâtiments, équipements, etc.) ;
- de la composition et du niveau des productions ;
- de certains aspects de la dynamique de l'exploitation (tendances passées et projets de modifications — surface, productions -).

Dans un premier temps, nous avons recherché, parmi les facteurs inhérents aux exploitations, les plus explicatifs de l'usage du sol. Des relations ont été mises en évidence entre la nature des revenus du ménage agricole et le rapport (en surface) labour/prairie permanente dans l'exploitation (Laurent *et al.*, 1993). D'autre part, les pratiques mises en œuvre dans la gestion des prairies permanentes (niveaux d'intrants, type de fauche, pâturage hivernal, etc.) dépendent du rapport labour/prairie de l'exploitation ainsi que de la nature et du niveau de ses productions (Baudry, 1993).

Nous avons par la suite échantillonné dans la population de départ quinze exploitations couvrant la diversité des types de production présents, dans le but d'analyser leur fonctionnement (Thenail, 1992), c'est-à-dire la mise en œuvre des relations fonctionnelles entre les divers éléments de l'exploitation dans le but de production.

Il en est ressorti une typologie des exploitations, qui a été extrapolée à la population de départ aux moyens des critères les plus discriminants (tableau I).

Nous avons testé la valeur explicative de cette typologie sur la diversité de l'usage observé du territoire en la

Tableau I : Typologie de systèmes d'exploitation : descriptif des types et critères d'extrapolation.

Exploitations à production laitière

	SAU (ha)	Quota laitier (milliers de litres)	% prairie permanente/SAU	Quota par vache laitière	Quota par hectare de SFP	Nombre de vaches laitières/Nombre total d'UGB
LV1	10 - 45	20 - 90	> = 90	< = 4 000	variable	variable
LV2	50 -90	50 - 120	> = 90	< = 4 500	< = 2 000	20 - 60
LV3	50 - 150	100 - 300	45 - 90	variable	2 000 - 4 000	30 - 65
L1	30 - 60	80 - 150	70 - 100	> = 4 000	2 000 - 5 000	> 40
L2	40 - 80	150 - 300	< = 70	> = 4 500	4 000 - 7 000	> = 45

LV1 : petites exploitations mixtes (lait et viande bovine) en fin de cycle de vie. LV2 : exploitations mixtes (lait et viande bovine) de grande surface. LV3 : exploitations diversifiées (lait + viande et/ou cultures de vente) de très grande surface. L1 : exploitations laitières spécialisées de structure moyenne. L2 : exploitations laitières spécialisées très productives. SAU : surface agricole utile. SFP : surface fourragère principale. UGB : unité gros bétail.

Exploitations à production exclusive de viande bovine (la totalité de la SAU est en prairies permanentes)

	Nombre de vaches allaitantes + bœufs	Nombre total d'UGB	SFP (ha)	Nombre de bœufs	Nombre de vaches allaitantes	Chargement de la SFP (nombre d'UGB/ha)
V1	< =20	< 25	< 36	variable	variable	variable
V2	> 20	> = 25	> = 36	0 - 30	15 - 40	0,8 - 1,6
V3	> 20	> = 25	> 36	10 - 50	0 - 20	0,5 - 1,9

V1 : très petites exploitations, activité agricole à temps partiel, engraissement de bovins (SAU : de 5 à 20 ha). V2 : élevages de bovins allaitants et engrais (SAU. de 45 à 60 ha). V3 : élevage de bovins engrais (SAU de 40 à 60 ha). SAU : surface agricole utile. SFP : surface fourragère principale. UGB : unité gros bétail.

confrontant à celle des contraintes physiques du milieu. Les contraintes des parcelles retenues dans l'analyse (pente, humidité, distance de la parcelle au siège de l'exploitation, accès de la parcelle) sont celles effectivement perçues et mentionnées comme telles par les agriculteurs.

On observe, selon l'échelle, un changement de nature du facteur explicatif principal.

A l'échelle de l'exploitation agricole, c'est le type de système exploitation qui explique le mieux la palette d'usage du sol observée : lorsque l'on compare deux exploitations, plus que les caractéristiques des terrains sur lesquels elles se trouvent, c'est leur fonctionnement global qui explique le mieux la palette d'usage de leur sol.

A l'échelle de la région en revanche, c'est le milieu physique qui est le plus explicatif de l'usage du sol.

Enfin, l'échelle parcellaire (échelle infra-exploitation) montre à nouveau l'importance considérable des contraintes de milieu dans l'usage de la parcelle (Baudry, 1992).

Ainsi, l'exploitation est un niveau d'organisation essentiel, à la fois de l'activité agricole et du territoire. Mais il n'est pas suffisant pour rendre compte de l'agencement des éléments de la mosaïque du paysage, ni pour expliquer les relations fonctionnelles qui existent entre ces éléments, de l'échelle de l'exploitation à l'échelle régionale.

Le paysage comme système écologique

L'écologie du paysage est une discipline récente (début des années 80), issue de la nécessité de prendre en compte les structures spatiales et leur hétérogénéité pour comprendre la dynamique des populations animales et végétales. Elle vise aussi à comprendre la dynamique des structures spatiales, notamment en relation avec les activités humaines (Brandt et Agger, 1984 ; Zonneveld et Forman, 1989).

Deux variables spatiales principales régulent la biodiversité : la taille des éléments du paysage (ainsi, certaines espèces sont strictement inféodées aux grands bois ou aux grands espaces cultivés) et les relations spatiales entre les éléments du paysage ; dans les bocages en particulier, la connectivité entre les haies (effet corridor) permet la circulation de nombreuses espèces (Burel, 1989).

Dans le pays d'Auge, nous avons étudié les relations entre la structure du paysage (en l'occurrence : réseau de haies, occupation du sol et topographie) et les dynamiques végétale et animale dans un contexte de déprise (sous-pâturage des prairies permanentes). Entreprendre des études de succession écologique dans le cadre de l'écologie du paysage nécessite un protocole d'observation particulier. On pose l'hypothèse que les espèces colonisant les espaces en déprise, les ronciers (de quelques mètres carrés à quelques dizaines de mètres carrés), proviennent de sources avoisinantes, haies, bosquets et forêts, où se trouvent les espèces typiques de stades avancés dans les successions écologiques. Les inventaires écologiques doivent donc être faits sur un ensemble d'éléments contigus du paysage susceptibles d'être des sources (sites de colonisateurs) et/ou des puits (sites recevant les semences). Le modèle de base utilisé pose l'hypothèse d'une circulation des espèces dans les haies à partir d'une grande forêt sur le plateau, puis des haies dans les ronciers. Ce modèle a été testé pour les plantes (Burel et Baudry, 1990), les araignées (Asselin et Baudry, 1989) et les coléoptères carabiques (Burel, 1991 ; Burel et Baudry, sous presse).

Les plantes qui colonisent les ronciers (*Galium aparine, Rosa spp., Geranium robertianum, Glechoma hederacea,* etc.) sont toujours situées dans au moins une des haies entourant la parcelle où se situe le roncier. On montre (Baudry, 1992) que c'est à l'échelle du système formé de l'ensemble des ronciers d'une parcelle et de l'ensemble des haies entourant la parcelle que les interactions apparaissent le mieux. A un niveau supérieur, la végétation des haies et, par conséquent, des ronciers se différencie selon la position topographique : végétation plus acidophile des plateaux d'argile à silex et végétation avec des tendances calcicoles des pentes calcaires et marneuses.

Les espèces carabiques des espaces ouverts se raréfient rapidement sous les ronciers, et les espèces des milieux forestiers ne colonisent que si le roncier est directement connecté à une source. Les bois et les chemins bordés de deux haies sont les sources les plus efficaces.

Les araignées colonisent rapidement tous les ronciers ; dans les paysages étudiés, la distance aux sources d'espèces n'est pas un facteur limitant.

Ces travaux montrent que le peuplement végétal et animal d'un roncier dépend de la flore des haies et bois immédiatement voisins et de la distance des ronciers aux haies. La structure du paysage (réseau de haies, localisation des ronciers, topographie) est le facteur qui, dans ce cas, prédit le mieux les successions écologiques.

Dans ces paysages, où la prairie est dominante, d'autres aspects écologiques peuvent être abordés, tels que la taille des taches de végétation prairiale, en particulier des pelouses calcaires, ou encore la fragmentation de la végétation par les labours ou les pratiques de fertilisation (Baudry *et al.*, sous presse). Les flux de nutriments (azote, phosphore), de même que la circulation de l'eau et les risques d'érosion associés, sont fortement dépendants de la structure du paysage (Papy et Boiffin, 1988).

Ainsi, la mosaïque des éléments du paysage et les réseaux associés constituent un système écologique en constante évolution. De ce fait, il paraît insuffisant d'aborder les relations agriculture-environnement à l'échelle de la parcelle seulement, ou bien à l'échelle de l'exploitation en considérant le territoire comme une boite noire. Il nous faut nous intéresser à la localisation des diverses pratiques d'usage des parcelles dans les exploitations et à l'expression spatiale de ces pratiques dans le paysage.

Du système exploitation au système écologique

Nous proposons d'étudier le territoire de chaque exploitation et le territoire englobant comprenant des territoires d'exploitations agrégés comme des ensembles d'unités spatiales et fonctionnelles pilotés par ces mêmes exploitations : ceci pour comprendre la façon dont se construit et évolue la structure d'un paysage. Cette démarche prend racine dans les recherches abordant la gestion agricole de l'espace, no-

tamment *via* le parcellaire, tant en agronomie qu'en géographie (Deffontaines, 1982 ; Balent, 1989 ; Blanc-Pamard et Milleville, 1991 ; Morlon et Benoit, 1990 ; Phipps *et al.*, 1986 ; Savini *et al.*, 1993).

Les unités spatiales fonctionnelles que l'on considérera ici sont les parcelles d'usage (ou parcelles culturales...), dont les limites sont définies par l'utilisation qu'en fait l'exploitant.

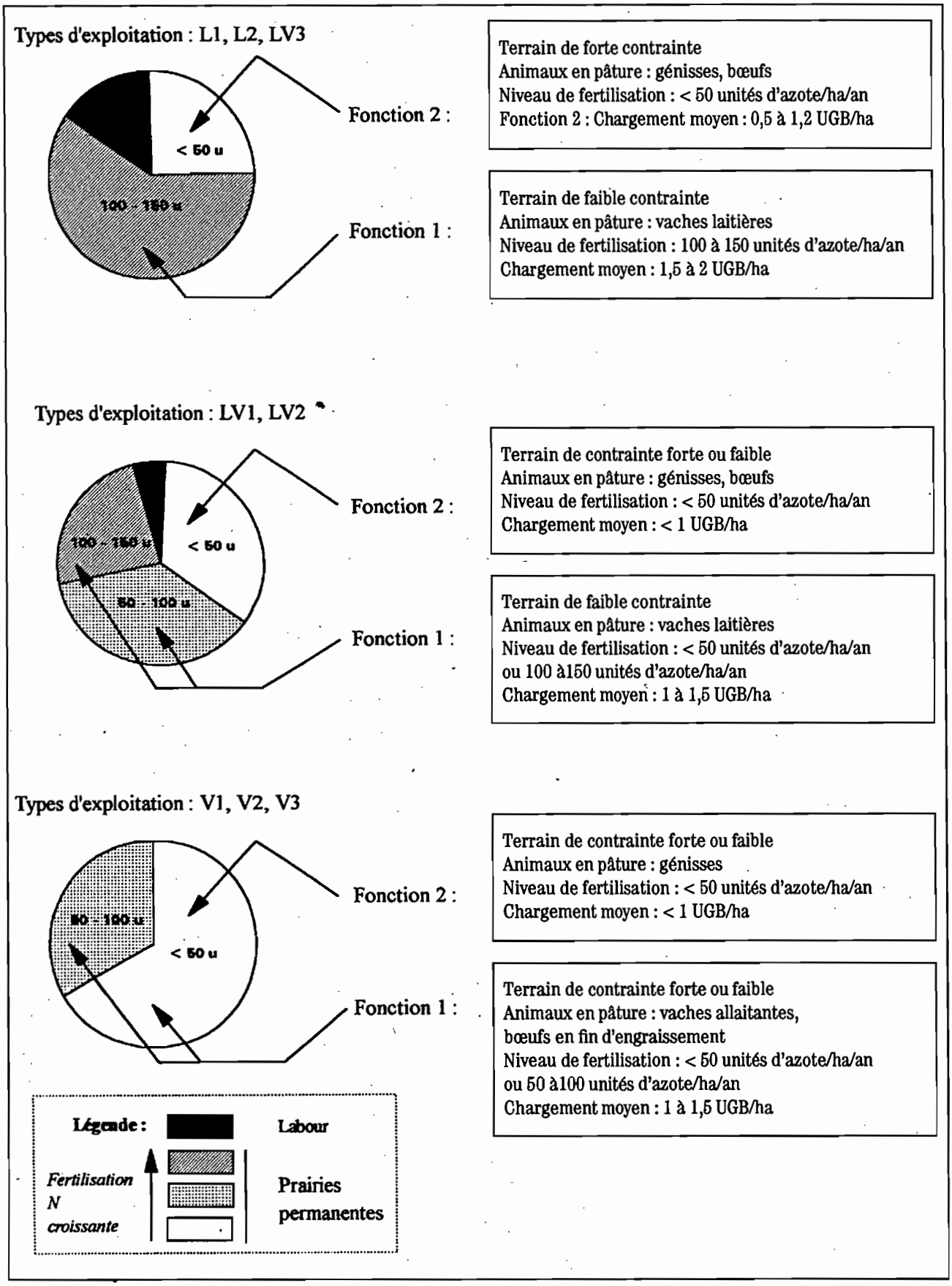


Figure 1. *Caractéristiques des prairies permanentes de fonction 1 et 2 selon les exploitations*

L'expression fonction d'une parcelle fait référence à son rôle dans l'exploitation, sa contribution à la production globale de l'exploitation et la valorisation qu'elle permet du terrain sur lequel elle se trouve, ainsi qu'à un ensemble particulier de caractéristiques de gestion, c'est-à-dire de moyens mis en œuvre dans le cadre du rôle défini.

L'analyse des 15 exploitations du pays d'Auge nous a permis de repérer des ensembles de prairies permanentes de fonction principale (fonction 1) ou secondaire (fonction 2) (figure 1).

Les prairies de fonction principale correspondent aux pâtures des animaux participant directement à la production principale de l'exploitation : vaches laitières pour les exploitations laitières (avec, souvent, en plus une (ou plusieurs) coupe (s) de foin ou d'ensilage), bœufs en fin d'engraissement ou vaches allaitantes pour les exploitations spécialisées en production de viande bovine. Les prés de fauche spécialisés entrent souvent dans cette catégorie. Ces prairies sont généralement sur des terrains présentant peu de contraintes : parcelles très plates, saines, à proximité des bâtiments. Elles présentent un chargement supérieur aux prairies de fonction secondaire (fonction 2).

Ces dernières correspondent à des pâtures de jeunes bovins, ou d'animaux d'engrais dans les exploitations laitières. Ce choix va souvent de pair avec une valorisation de terrains plus difficiles : pente forte, parcelle éloignée du siège de l'exploitation.

On observe une différence particulièrement nette entre les types d'exploitations (regroupés pour simplification) dans le niveau d'intensification de ces prairies.

Pour les exploitations mixtes (lait et viande) LV1 et LV2, ainsi que pour les exploitations spécialisées en viande bovine V1, V2 et V3, les prairies de fonction principale présentent très souvent un chargement (1 à 1,5 unité gros bétail par hectare) et un niveau de fertilisation (0 à 50 unités d'azote par hectare et par an) faibles par rapport aux exploitations laitières L1, L2, et LV3.

Ces mécanismes expliquent une répartition spatiale différentielle de l'utilisation du sol et des activités sur le territoire de chaque exploitation. Ainsi, une zone de parcelles contiguës présentant les mêmes contraintes et utilisée par plusieurs exploitations peut présenter des types d'usage variés ou, au contraire, assez similaires, suivant les exploitations concernées : or, la connectivité de tel ou tel type d'usage du sol contrôle les flux écologiques.

La connectivité peut être mesurée en appliquant une grille de mailles régulières sur un territoire, en affectant à chaque maille une utilisation et en comptant le nombre de mailles contiguës ayant la même utilisation (Baudry et Burel, 1982).

A titre d'exemple, nous avons attribué à toutes les parcelles d'une commune un type d'usage : labour, bois... ou prairie permanente. Les prairies sont distinguées en classe selon leur niveau d'intensification, défini par le niveau de fertilisation, le type d'animal en pâture, la présence ou non de fauche en ensilage ou foin. Nous avons simulé, sur une commune de 600ha (surface agricole utile totale), le passage progressif de toutes les exploitations vers un seul type de fonctionnement (LV3). Dans ce type d'exploitation, nous avons observé des choix d'usage du sol similaires, fonction

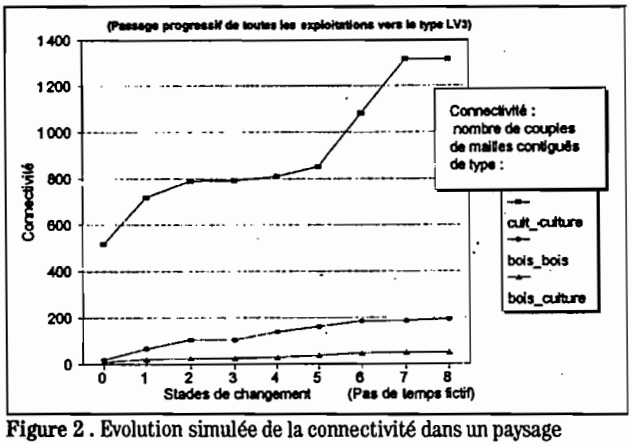


Figure 2. Evolution simulée de la connectivité dans un paysage

des choix de production et des contraintes physiques des parcelles. Ces choix nous servent de règles de simulation : les prairies labourables sont retournées, les terres non mécanisables abandonnées et les prairies mécanisables mais non labourables utilisées de façon extensive. C'est l'un des scénarios considérés comme possibles dans le pays d'Auge. Il en ressort (figure 2) que les labours forment des ensembles de plus en plus connectés, de même que les zones incultes, alors que les relations spatiales culture/inculture changent peu. D'un point de vue écologique, cela signifie que les nouvelles zones incultes peuvent être facilement colonisées par les espèces des bois et que les effets de proximité des cultures (arrivée de pesticides et d'engrais) sont de plus en plus limités sur ces zones.

Conclusion

Cette démarche a pour objet d'aborder la relation agriculture/écologie sur un territoire. Le territoire est l'élément central de cette démarche : le point de jonction entre l'activité agricole et des processus écologiques tels que la distribution d'espèces animales et végétales, plus spécialement abordée ici.

La principale difficulté est que le territoire des espèces et celui de l'agriculteur ne se superposent pas. Le territoire de l'agriculteur est l'espace concret sur lequel il exerce son activité. Il est bien souvent discontinu et hétérogène. L'agriculteur peut décider de modifier une partie de son territoire pour atteindre un objectif en fonction de l'ensemble de son territoire. En revanche, un organisme (végétal ou animal) a peu de poids sur son territoire, et celui-ci est continu (parcelle, mosaïque de parcelles, et/ou réseau de haies), hétérogène ou non.

L'ensemble systémique proposé permet une représentation d'un territoire, qui rend compte du fonctionnement des diverses exploitations présentes et est pertinente quant aux processus écologiques qui s'y déroulent. Il permet aussi de bien discerner les phénomènes en fonction des échelles auxquelles ils se déroulent.

La prise en compte du fonctionnement de l'exploitation permet une approche plus féconde pour la modélisation que la simple mise en relation de structures d'exploitations et de structures de paysages (Baudry, 1993).

Cette démarche se différencie nettement de l'approche écosystémique de l'agriculture (Lowrance *et al.*, 1984), par

l'intégration dans l'analyse des mécanismes internes à l'exploitation et leur expression spatiale.

Par ailleurs, ces travaux ont montré la capacité des agriculteurs à utiliser leur territoire de manière différenciée, notamment à valoriser des terrains difficiles. La compréhension des mécanismes de cette différenciation est une étape importante dans une optique de gestion de l'espace rural.

Actuellement, nous n'avons étudié les relations entre les exploitations et le paysage qu'au travers de l'utilisation du sol. La démarche doit permettre d'analyser la gestion par l'agriculteur d'autres éléments de son territoire tels que les haies.

Remerciements

Ces recherches ont bénéficié du financement de diverses actions incitatives programmées (AIP) INRA et du ministère de l'Environnement (comité Ecologie et gestion du patrimoine naturel).

Références bibliographiques

Asselin A., Baudry J., 1989. Les aranéides dans un espace agricole en mutation. Acta Oecologica. Oecol. Appli., 10 : 143-156.

Balent G.,1989. Hierarchical analysis of spatial patterns in pastoral systems. Etudes et recherches sur les systèmes agraires et le développement,16 : 187-198.

Baudry J.,1993. Landscape dynamics and farming systems : problems of relating patterns and predicting ecological changes. *In : Landscape Ecology and Agroecosystems.* Paoletti M.G. et Lorenzoni G.G. éds., Boca Raton, U.S.A., Lewis publishers, p. 21-40.

Baudry J.,1992. Approche spatiale des phénomènes écologiques : détection des effets d'échelle. *In : Hiérarchies et échelles en écologie.* Auger P., Baudry J., Fournier F. eds., Paris, France, Naturalia Publications pp. 157-171.

Baudry J. *et* Burel F. 1982. La mesure de la diversité spatiale : Utilisation dans les évaluations d'impact. Acta Oecol. Oecol. Appli. 3 : 177-190

Baudry J., Thenail C., Le Coeur D., Burel F., Alard D. (sous presse) Landscape ecology and grassland biological conservation. *In : Grassland Management and Nature Conservation.* British Grassland Society and British Ecological Society.

Brandt J., Agger P. eds., 1984. Methodology in landscape ecological research and planning. Roskilde University Centre, Denmark, 5 vol., 118, 150, 153, 171, 235 pp.

Burel, F. 1989 Landscape structure effects on carabid beetles spatial patterns in Western France. Landscape Ecology, 2 : 215-226.

Burel F., Baudry J., 1989. Hedgerow network patterns and process in France. *In : Changing landscapes : an ecological Perspective.* Zonneveld I.S. and Forman R.T.T. eds. New-York, USA, Springer Verlag, pp. 99-120.

Burel F., Baudry J., 1990. Hedgerow networks as habitats for colonization of abandonned agricultural land. *In : Species dispersal in agricultural environments.* R.H.G. Bunce and D.C. Howard éds. Belhaven Press, Lymington. pp. 238-255

Burel F., Baudry J., 1993. Reaction of ground beetles to vegetation changes following grassland deriliction. Acta Oecologica (sous presse)

Bonneau P., Bonneviale J.R., Jussiau R., Marschall E., 1982. Une démarche d'approche globale d'une exploitation agricole. Essai de définition d'une méthodologie. Documents INRAP, 35 p.

Blanc - Pamard C., Milleville P., 1991. Pratiques paysannes, perception du milieu et système agraire. *In : A travers champs - Agronomes et géographes.* Blanc - Pamard et Lericollais, éds. Paris, France, ORSTOM, p. 101, 138.

Bourgeois A., 1983. La notion de système et son application à l'exploitation agricole. Agriscope, 1 : 15 - 31.

Capillon A., Manichon H., 1991. Guide d'étude de l'exploitation agricole à l'usage des agronomes. Relance agronomique, INA - PG, APCA, 65 p.

Deffontaines J.-P., 1982. Activité agricole, espace et paysage : analyse fondée sur le fonctionnement de l'activité agricole au niveau de l'exploitation. Documents INRAP, 29, juin 1982.

Denis D., Baudry J., Laurent C., 1993. Conception d'une base de données pour une approche pluridisciplinaire de l'activité agricole et de son territoire. Les Dossiers de la cellule environnement, 6, 45 p.

Laurent C., Baudry J., Denis D., 1993. Activité agricole et dynamiques de l'espace rural : quelle déprise agricole en Basse-Normandie ? *In : Rapport d'activité scientifique 1989-1992. Unité de recherche INRA-SAD Versailles-Dijon-Mirecourt.* p. 83-93.

Lowrance R., Stinner B.R., House G.J. éds., 1984. Agricultural ecosystems. New-York, USA, John Wiley and Sons, 233 p.

Morlon P., Benoit M., 1990. Etude méthodologique d'un parcellaire d'exploitation, en tant que système. Agronomie, 6, 499 - 508.

Osty P.L., 1978. L'exploitation agricole vue comme un système. Diffusion de l'innovation et contribution au développement. BTI, 326, 43 - 49.

Papy J., Boiffin J., 1988. Influence des sytèmes de culture sur les risques d'érosion par ruissellement concentré. Evaluation des possibilités de maîtrise du phénomène dans les exploitations agricoles. Agronomie, 8 (9), 745-756.

Phipps M., Baudry J., Burel F., 1986. Ordre topoécologique dans un espace rural, les niches paysagiques. C.R. Acad. Sc. Paris, T. 302, Série 3, 20 : 691-696

Savini I., Landais E., Thinon P., Deffontaines J.-P., 1993. L'organisation de l'espace pastoral. Des concepts et des représentations à dire d'expert, dans une perspective de modélisation. *In : Pratiques d'élevage extensif* - Etudes et recherche sur les systèmes agraires et le développement Hors série, Paris, France, INRA. p. 137-160.

Thenail C., 1992. *Fonctionnement des exploitations agricoles du pays d'Auge et utilisation des prairies permanentes.* Mémoire de fin d'étude d'ingénieur agronome. INA Paris - Grignon, Paris, 44 p. + annexes.

Zonneveld I.S., Forman R.T.T. eds., 1989. Changing Landscapes : an ecological perspective. New-York, USA, Springer Verlag, 286 p.

Stratégies des producteurs et gestion des ressources naturelles en Afrique soudano-sahélienne

Dugué Patrick
IRA, BP 1146, Garoua, Cameroun

Résumé

Les programmes de développement rural menés en Afrique soudano-sahélienne depuis une trentaine d'années ont eu peu d'impact sur la gestion des ressources naturelles (les sols cultivés, les terres de parcours, l'eau, etc.). En fait, pour faire face à la stagnation, voire la baisse, de leurs revenus, les producteurs ont surtout développé des stratégies extensives. L'accroissement des surfaces cultivées, l'exploitation non raisonnée de la fertilité des sols et les brûlis répétés sont des pratiques courantes, surtout dans les zones les moins peuplées (moins de 30 hab./km²). En revanche, dans les zones plus peuplées (plus de 50 hab./km²), les paysans ont obtenu quelques résultats dans la régénération des sols dégradés. Les techniques d'aménagement des terroirs villageois proposées aux paysans sont généralement peu compatibles avec les stratégies extensives et individualistes des paysans et des éleveurs. Dans ce contexte difficile, la recherche-système pourrait apporter sa contribution d'une part en améliorant les connaissances sur les stratégies des différents groupes d'utilisateurs des ressources naturelles, d'autre part en participant à la définition des programmes d'appui aux populations rurales afin qu'elles puissent véritablement s'investir dans la préservation de leur environnement.

Mots clés

Gestion, ressources naturelles, stratégie, paysan, éleveur, développement, recherche-système, Afrique soudano-sahélienne.

Abstract

Farming Strategies and Natural Resource Management in the Sudano-Sahelian Area of Africa

Rural development programs carried out in the Sudano-Sahelian area of Africa over the past thirty years have had little impact on the management of natural resources (cultivated land, grazing land, water, etc). In fact, farmers have turned to extensive farming strategies in efforts to counteract effective reductions in income. Increase in the area under cultivation, exploitation of soil fertility, and repeated slash and burn, are common practices, especially in the less populated areas (<30 inhabitants/km²). In contrast, in the more populous areas (>50 inhabitants/km²), farmers have, to a limited extent, managed to regenerate the exhausted soil. The land rehabilitation techniques recommended are generally not compatible with the extensive, individualist strategies of both crop and livestock farmers. In this context, systems research may contribute to better understanding of the different strategies employed by the groups using the natural resources, and to definition of support programs that enable the rural population to participate fully in the preservation of its environment.

Introduction

La dégradation des écosystèmes en Afrique soudano-sahélienne s'est fortement accentuée ces vingt dernières années du fait de l'accroissement démographique et du renforcement des aléas pluviométriques. A cette dégradation des écosystèmes correspondent, dans la plupart des situations, une stagnation, voire une réduction, des rendements agricoles, une diminution des quantités de biomasse exploitables par les troupeaux et une baisse des disponibilités en produits ligneux et de cueillette. Dans ce contexte de crise économique et écologique, les paysans ont développé diverses stratégies d'adaptation, dont la migration vers des espaces peu exploités, généralement situés plus au sud. Au fil des ans, la question de la préservation des ressources naturelles (sols cultivés, terres de parcours, végétation spontanée, etc.) se pose avec de plus en plus d'acuité tant dans les régions sahéliennes et soudano-sahéliennes que dans les zones soudaniennes qui accueillent les paysans et éleveurs migrants. Face à ces évolutions, les stratégies des producteurs et les mesures étatiques de préservation de l'environ-

nement sont-elles compatibles ? Quels peuvent être les apports des recherches-système dans le domaine de la gestion des ressources naturelles par les différents acteurs concernés : paysans, éleveurs, pouvoirs publics, etc. ?

La perception de la dégradation des écosystèmes par les différents acteurs

Cette perception a évolué comme le montre une analyse succincte de l'économie agricole et des programmes de développement et de recherche dans trois régions d'Afrique soudano-sahélienne : le Yatenga au Burkina Faso, le Sine Saloum au Sénégal et le Nord-Cameroun (figure 1 et tableau I). Dès les années 50, certains programmes de développement concernant les zones les plus peuplées de ces trois régions ont mis l'accent sur la régénération des sols à partir d'aménagements antiérosifs et agroforestiers : programme GERES (Groupe européen pour la restauration des sols) de lutte contre l'érosion au centre du Yatenga (1960-1964), projet de régénération du parc à *Faidherbia albida* au Sénégal (1964), etc. Mais la période 1960-1980 a surtout été celle des approches sectorielles visant à intensifier les systèmes de culture, à développer les cultures de vente (arachide, coton) et à produire le bois nécessaire aux populations rurales et urbaines.

Dans la pratique, les programmes de développement visant à intensifier les systèmes de production ont eu peu d'impact sur les cultures vivrières et les productions fourragères.

Tableau I. Les caractéristiques des terrains étudiés en Afrique soudano-sahélienne.

	Population rurale (hab./km²)		Pluviométrie moyenne (mm)	
Région	Densité moyenne	Variation intrarégionale	Zone nord	Zone sud
Yatenga	52	20-100	450	600
Sine Saloum	48	29-100	600	800
Nord-Cameroun (zone cotonnière)	30	6-150	700	1 200

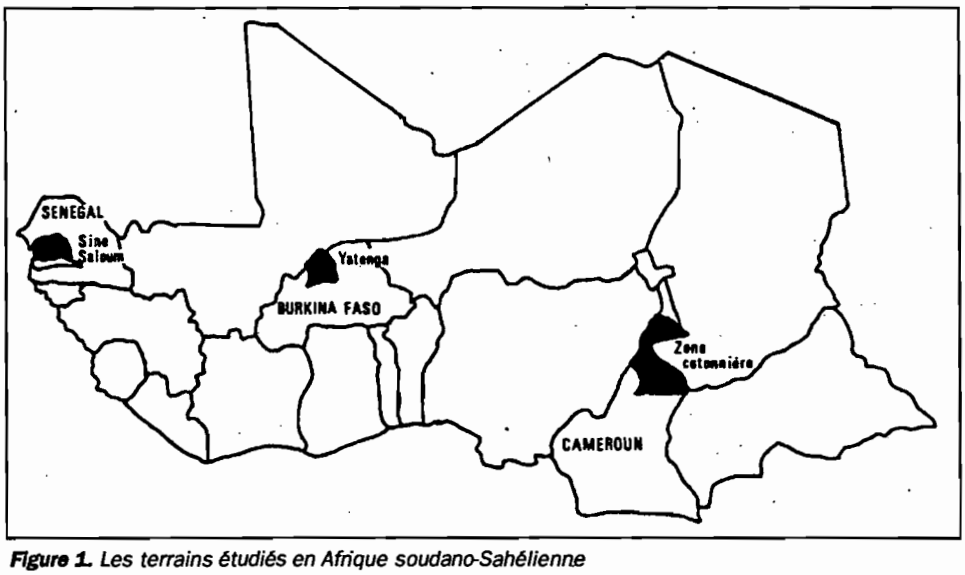


Figure 1. Les terrains étudiés en Afrique soudano-Sahélienne

De même, les vastes programmes de reboisement (plantation en régie d'eucalyptus) n'ont abouti qu'à des niveaux de production en bois généralement inférieurs à ceux observés avec des peuplements naturels. En revanche, les cultures de vente ont profité des acquis de la recherche lorsque les paysans ont pu accéder au système de crédit agricole mis en place par les structures de commercialisation.

La perception par les populations rurales des problèmes de dégradation de l'environnement et de leur importance diffère selon les régions et la densité de population. Dans les zones les plus peuplées (densité supérieure à 80 hab./km²), généralement les plus dégradées, la réduction et la surexploitation des surfaces réservées aux troupeaux sont à l'origine de nombreux conflits entre agriculteurs et éleveurs, jusqu'au moment où ces derniers désertent la région. La raréfaction des produits de cueillette (bois, paille d'*Andropogon gayanus*, fruits de *Butyrospermum parkii* et de *Parkia biglobosa*) entraîne une dégradation des conditions de vie et des dépenses supplémentaires pour l'approvisionnement en matériaux de construction et en denrées alimentaires (huile, condiments, etc.). Mais, dans ce contexte difficile, les populations rurales ont parfois amélioré la gestion des ressources naturelles. C'est ainsi qu'en situation de forte saturation foncière les paysans concèdent de leur temps pour régénérer les sols dégradés : aménagement de parcelles avec des cordons pierreux au Yatenga, valorisation de l'ensemble de la fumure organique disponible dans la moitié nord du Sine Saloum, récupération des vertisols dégradés par l'installation d'un réseau de diguettes en terre pour la culture du sorgho muskwari au Nord-Cameroun, entretien d'un parc arboré en zone de culture.

A l'inverse, dans les zones peu peuplées (densité inférieure à 30 hab./km²), les principales stratégies des producteurs consistent d'une part à occuper l'espace les premiers, d'autre part à profiter des importantes réserves de terre fertile pour déplacer leurs zones de culture. Cette dernière stratégie est caractéristique des zones peu peuplées du Nord-Cameroun. Les paysans migrants de l'extrême-nord de la région ont généralement exploité un premier site durant dix à vingt ans jusqu'à épuisement des sols, avant de se déplacer une nouvelle fois plus au sud à la recherche de terres non défrichées et fertiles (Dugué *et al.*, 1994). Les paysans migrants, peu attachés au nouveau terroir qu'on leur a attribué, privilégient une stratégie extensive d'exploitation du milieu, favorisant la dégradation des terres de culture et de parcours (Peltier *et al.*, 1993) : prélèvement important de bois pour la vente, non-utilisation de la fumure organique, brûlis annuel des réserves foncières et des zones de parcours, etc.

L'utilisation des ressources naturelles par les paysans et les éleveurs est aussi conditionnée par des

facteurs d'ordre macroéconomique. Les populations rurales ne sont généralement pas associées aux décisions politiques en matière de gestion de l'espace agraire et d'économie agricole : attribution des terres aménagées et des ressources ligneuses commercialisables, devenir des forêts classés ou délimitation des pistes à bétail, etc.

Les paysans et les éleveurs sahéliens et soudaniens ont longtemps considéré les aléas pluviométriques et les sécheresses comme les causes principales de leurs faibles niveaux de production. Ce n'est que récemment que les paysans ont perçu (ou formulé ?) les problèmes de dégradation des sols (érosion, tassement, baisse de fertilité chimique, infestation des sols par des adventices comme *Striga hermontica*, etc.). Cette prise de conscience est certainement liée aux efforts de formation et de sensibilisation réalisés ces dernières années par les structures de développement (Barrier, 1990). Mais, d'une manière générale, les populations rurales sont perçues par les pouvoirs publics et les structures de développement comme les principaux responsables de la dégradation de l'environnement. Face à ce constat simplificateur, les recherches-système ont permis de mieux comprendre les choix technico-économiques des producteurs et leurs difficultés à mettre en œuvre les modèles de gestion des ressources naturelles qui leur ont été proposés.

Les obstacles technico-économiques à une bonne gestion des ressources naturelles

Méthodologie d'étude des relations entre pratiques agricoles et gestion de l'environnement

Depuis plusieurs décennies, les structures de développement proposent aux paysans et aux éleveurs des références techniques permettant une gestion rationnelle des ressources naturelles ; mais leur impact, tant économique qu'en matière de préservation de l'environnement, est très limité. Afin d'analyser cette situation, trois recherches complémentaires ont été menées dans quelques villages du Yatenga et du Sine Saloum :

- étude sur plusieurs années des pratiques agricoles d'un échantillon d'unités de production dans plusieurs villages (prise en compte des diversités socioéconomiques, climatiques et géographiques) ;
- analyse du fonctionnement des systèmes de production et de l'adéquation entre les potentialités du milieu naturel et les besoins des populations à l'échelle du terroir villageois ;
- expérimentation de quelques innovations à l'échelle de la parcelle, de l'exploitation agricole et du bassin versant.

Ces travaux ont essayé de mettre en relation les pratiques et les stratégies individuelles des producteurs ainsi que le fonctionnement des systèmes agraires à l'échelle du village. Cette approche méthodologique permet, entre autres, d'appréhender les difficultés des paysans des trois régions étudiées à entretenir la fertilité des sols, réaliser des aménagements agroforestiers et gérer les zones de parcours ; elle met en évidence les limites actuelles des référentiels techniques et des propositions du développement.

Intensification des systèmes de culture et entretien de la fertilité des sols

L'utilisation de la fumure minérale

L'entretien de la fertilité d'un sol repose en grande partie sur les apports de fumure minérale et organique, qui, dans le meilleur des cas, doivent compenser les exportations dues aux cultures. Les résultats d'expérimentation montrent qu'en moyenne l'application de doses modérées d'engrais (100 à 150 kg/ha de 14-23-14) permet d'accroître de 40 à 60 % les rendements du mil et du sorgho (Dugue, 1989). Les paysans connaissent très bien les effets des engrais sur ces cultures ainsi que la variabilité des résultats selon la répartition des pluies et la qualité des sols. La faible utilisation de la fumure minérale (de 0 à 10 kg/ha sur céréales et arachide) a plusieurs origines : le coût élevé de l'engrais par rapport au revenu monétaire du paysan ; l'absence de système de crédit à court terme (hormis en zone cotonnière au Cameroun) ; et surtout le risque de ne pas rentabiliser l'investissement du fait principalement des aléas pluviométriques (tableau II).

La mise en place d'un système expérimental de crédit de campagne dans trois villages du Yatenga a permis une augmentation sensible de la consommation d'engrais minéral sur céréale de 5 kg/ha (moyenne régionale) à 19 kg/ha pour les exploitations agricoles ayant bénéficié de ce programme. Mais la demande en crédit de campagne se portait préférentiellement sur le matériel et les pièces détachées pour la réparation du matériel de transport et de culture attelée. Même en situation de saturation foncière, caractéristique du centre du Yatenga, les paysans privilégient les stratégies antialéatoires (aménagements antiérosifs des sols dégradés, développement d'activités secondaires, migrations tempo-

Tableau II : Variabilité des effets technico-économiques d'un apport d'engrais minéral sur une culture de mil.

Pluviométrie	ETR/ETM (1)	Yatenga Apport de 100 kg/ha de 14-23-14		Sine Saloum Apport de 150 kg/ha de 14-7-7	
		Gain en kg/ha	Bénéfice ou perte en FCFA/ha (1987)	Gain en kg/ha	Bénéfice ou perte en FCFA/ha (1991)
Défavorable	0,70	0	- 10 000	0	- 10 500
Médiocre	0,80	150	- 250	240	+ 5 600
Moyenne	0,85	300	+ 9 500	350	+ 12 250
Favorable	0,90	500	+ 22 500	710	+ 36 150

D'après Dugué, 1989 et Dugué, 1994

(1) Classification des pluviométries à partir du rapport évapotranspiration réelle (ETR) sur évapotranspiration maximale (ETM) d'une culture de mil de cycle de 90 jours sur un sol à réserve hydrique utile de 90 mm.

raires) au détriment d'une intensification agricole trop coûteuse et trop risquée.

L'utilisation de la fumure organique

Dans les zones densément peuplées des trois régions étudiées (densité supérieure à 50 hab./km^2), les déjections des animaux de trait et d'élevage sont utilisées en quasi-totalité pour fumer les champs. La quantification de ces apports au niveau des exploitations agricoles et des terroirs villageois montre les limites de ce type de fumure pour l'entretien de la fertilité des sols. Au centre du Yatenga, du fait de la raréfaction des zones de parcours, la charge en bovins a beaucoup régressé depuis vingt ans ; or, le cheptel de petits ruminants, qui s'est, lui, développé, produit de faibles quantités de fumure. Ainsi, 40 % des exploitations agricoles de trois villages étudiés n'apportait pas de fumure organique, 5 % seulement disposait de plus de 10 t de poudrette et pouvait ainsi fertiliser 2 ha de mil, alors qu'en moyenne une exploitation agricole en cultive 5 ha (figure 2).

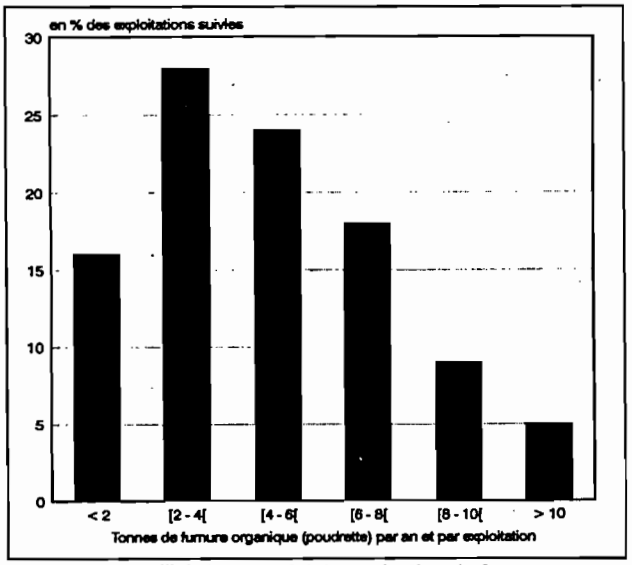


Figure 2. *Variabilité du potentiel de production de fumure organique (poudrette) au Katenga.*

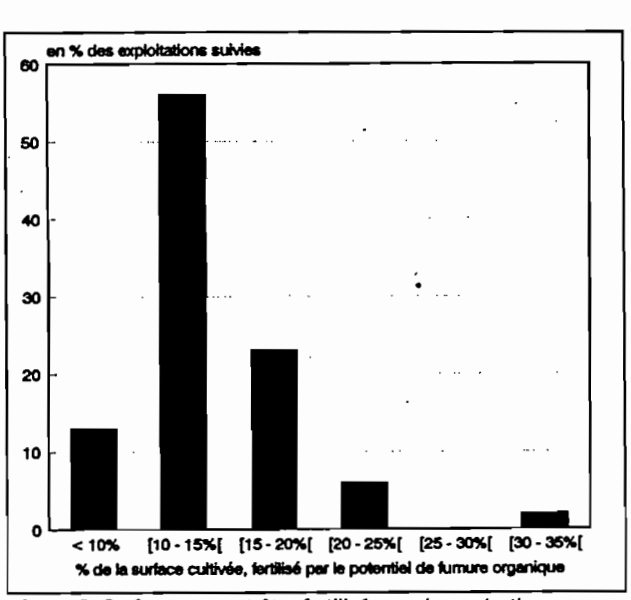


Figure 3. *Surface pouvant être fertilisée par la production de fumure organique (fumier et compost) par exploitation au Sine Saloum.*

Au Sine Saloum, la vulgarisation des techniques de fabrication de fumier valorisant l'ensemble des déjections animales et de transformation en compost des restes de paille de mil permettrait d'accroître significativement les capacités de fumure des exploitations agricoles (Dugué, 1994). Même dans ces conditions très favorables, la part des surfaces fertilisées par ces fumures organiques représenterait pour la quasi-totalité des exploitations interviewées moins de 25 % de la surface cultivée (figure 3). Le même raisonnement peut être appliqué à l'échelle d'un terroir villageois. Au nord du Sine Saloum, dans le village de Lambock, peuplé d'agropasteurs Serer, on a pu estimer que l'utilisation de l'ensemble des déjections animales produites annuellement ne pouvait fertiliser que 6 % des surfaces cultivées (Dugué, 1993a). La transformation en compost de l'ensemble des pailles de mil encore disponibles en fin de saison sèche pourrait fertiliser en plus environ 7 % des surfaces cultivées. Dans ces régions, le recyclage des résidus de récolte peut être largement amélioré, mais le potentiel de production de fumure organique reste limité par les disponibilités en biomasse. D'autre part, la transformation des résidus de culture en fumier et compost et leur utilisation généralisée sur les parcelles de céréales éloignées des habitations sont surtout limitées par le manque de moyens de transport, sauf au Sine Saloum, où la charrette équine est très répandue. L'équipement en charrettes est encore très faible, tant au Yatenga (environ une charrette pour 10 exploitations) qu'au Nord-Cameroun (une charrette pour 37 exploitations en zone cotonnière).

Les aménagements agroforestiers

Dans les zones aux sols dégradés et à pluviométrie inférieure à 600 mm, les programmes de reboisement ont eu peu d'impact sur l'environnement et même sur l'approvisionnement en bois des villages. Les jeunes plantations résistent difficilement à la longue saison sèche et surtout à la dent du bétail. Dans des situations plus favorables, au sud du Sine Saloum et dans la partie méridionale du Nord-Cameroun, les programmes de reboisement et de formation de pépiniéristes privés ont rencontré des succès dans le domaine des arbres fruitiers et des petits boisements d'*Eucalyptus camadulensis*. Cette arbre producteur de perches représentait plus de 60 % des plants des pépinières mises en place dans le cadre des projets NEB (Nord-est Bénoué)au Nord-Cameroun et PARCE (Projet d'aménagement et de reboisement des forêts du centre-est) au Sine Saloum (Montagne, 1988). Dans ce dernier cas, l'engouement pour l'eucalyptus a été tel que le marché de la perche est actuellement saturé (Kane, 1989).

Pourtant, dans le cadre des aménagements de terroirs villageois, la demande en plants d'arbres et d'arbustes pourrait être très élevée. Des modèles d'aménagement comme l'embocagement des zones de culture avec des haies vives d'arbustes et des brise-vent ont été proposés aux villageois. Outre la forte demande en travail de saison des pluies que nécessite l'installation de ces dispositifs, on ne sait pas qui pourrait financer ces aménagements agroforestiers : les paysans, un impôt local, l'État ou les bailleurs de fonds. En effet, l'installation d'une haie vive antiérosive sur un hectare nécessite la production d'au moins 600 plants d'arbustes au prix de revient unitaire de 35 FCFA, soit 14 000 FCFA par hectare, environ 25 $ (tableau III).

Tableau III. Evaluation des coûts en intrants pour les besoins en reboisement et en aménagement agroforestier pour un village du sud du Sine Saloum sur une période de 5 ans.

Type d'opération	Besoins pour 1 ha		Besoins pour un village de 500 habitants et 700 ha dont 550 ha cultivés	Coût en FCFA (1992) sur une période de 5 ans
	Nombre d'arbres	Coût en FCFA (1992)		
Reboisement (bois de feu et bois d'œuvre)	630	22 000	25 à 50 ha, fonction de l'état des massifs forestiers résiduels	550 000 à 1 100.000
Haies vives (embocagement)	800	28 000	300 à 400 ha, toutes zones sensibles à l'érosion	8 400 000 à 11 200 000
Régénération du parc à *Faidherbia albida*	50 à 100	500 à 1 000	150 à 200 ha, toutes zones cultivées favorables à *Faidherbia albida*	75 000 à 200 000
Total				9 025 000 à 12 500 000

(d'après Montagne, 1988 ; Kane, 1991 ; Dugué,1993b)

L'aménagement agroforestier de terroirs cultivés (500 à 1 500 ha selon les villages) impliquerait donc de mobiliser des ressources extérieures au village et surtout de travailler sur le long terme.

La gestion des savanes non cultivées.

Comme pour les zones cultivées, on dispose aujourd'hui de nombreuses références techniques permettant de gérer les zones sylvopastorales : mise en défens, pâturages tournants, feux et coupes raisonnés. Dans les zones fortement peuplées, les petites surfaces de parcours sont dégradées et les activités d'élevage sont généralement en régression. Dans ce cas, la rentabilité économique des travaux de régénération des pâturages est très faible à court terme. Pour être significative, elle nécessite un investissement important en travail pour contrôler les déplacements des troupeaux et donc limiter les dégâts dus au surpâturage et à la divagation du bétail. Cet investissement est fortement concurrencé par d'autres activités directement rémunératrices. En zone peu peuplée, les superficies de pâturage sont beaucoup plus vastes et les producteurs considèrent cette ressource collective comme inépuisable. La divagation des troupeaux de jour comme de nuit en saison sèche, les feux répétés chaque année et la surexploitation des pâturages les plus riches sont courants. Les systèmes d'élevage soudano-sahéliens sont d'abord caractérisés par leur mobilité, ce qui explique la faible motivation des pasteurs à gérer les pâturages. L'éleveur est d'abord attaché à son troupeau, parfois à une région, mais plus rarement à un terroir, qu'il n'exploite que temporairement. Par ailleurs, l'exploitation de ces vastes espaces généralement non attribués fait l'objet de nombreux conflits entre agriculteurs, chasseurs et éleveurs, qui cherchent en premier lieu à s'approprier l'espace pour leur activité principale.

Stratégies des producteurs et gestion des ressources naturelles

L'analyse des stratégies des éleveurs et des paysans explique le faible impact actuel des projets d'aménagement de terroir et de gestion des ressources naturelles. Les contraintes à la diffusion des techniques proposées sont multiples : financières, techniques (temps de travail élevé), économiques (faible rentabilité à court terme) et surtout sociales. La réussite économique d'un jeune paysan originaire du Yatenga et installé plus au sud en zone cotonnière ou cacaoyère est certainement mieux perçue que le travail de son collègue, resté au pays et construisant chaque année des diguettes antiérosives. Les producteurs soudano-sahéliens, comme dans bien d'autres sociétés, privilégient des objectifs de maximisation à court terme du revenu vivrier et monétaire tout en limitant les investissements monétaires et donc les risques économiques. Toutefois, les stratégies peuvent différer avec le niveau de saturation foncière. Les paysans des zones fortement peuplées tentent d'accroître la productivité de leur terre par des techniques d'aménagement à impact rapide (cordons pierreux au Yatenga, diguettes au Nord Cameroun). En revanche, les producteurs des zones faiblement peuplées privilégient les pratiques extensives. La migration des populations constitue le trait d'union entre ces deux types de milieu et ne fait malheureusement que déplacer le problème de la dégradation de l'environnement du nord vers le sud.

Intérêts et limites des recherches-système en matière de gestion des ressources naturelles

Les exemples précédents illustrent les apports des recherches-système à la réflexion sur la gestion des ressources naturelles en milieu soudano-sahélien. Les acquis de ce type de recherche pour la connaissance des pratiques agricoles et d'élevage et le fonctionnement des unités de production sont déjà bien connus. Mais il faut souligner les résultats plus récents des travaux sur les stratégies des producteurs et les organisations paysannes, qui permettent de faire la liaison entre le domaine technico-économique et le domaine socioculturel.

Les utilisateurs des acquis de la recherche-système reprochent principalement la longueur des délais d'obtention des résultats (parfois plusieurs années) et leur faible représentativité régionale (les recherches étant localisées dans un nombre limité de sites). Toutefois, certains chercheurs "système", après avoir porté un diagnostic, ont proposé des solutions soit en liaison directe avec les producteurs (recherche-développement, recherche-action) soit en collaboration avec des projets de développement.

Que ce soit dans le domaine du diagnostic ou dans celui du test de solutions, les recherches-système se sont souvent focalisées sur les unités de production, rarement sur les

communautés rurales villageoises ou régionales et les espaces qu'elles utilisent. Mais il faut rappeler que, conformément à leurs stratégies dominantes, les producteurs ont une demande qui intéresse principalement les processus de production et leurs résultats. Le développement et les pouvoirs publics, quant à eux, ont longtemps focalisé leur demande sur l'intensification des systèmes de production, l'accroissement de l'efficacité des intrants agricoles et l'approvisionnement des marchés urbains et d'exportation. Les chercheurs "système" (agronomes, zootechniciens, etc.) ont su, au fil des ans, intégrer dans leurs recherches des éléments d'économie et de sociologie, mais ils doivent aujourd'hui changer d'échelle de travail et raisonner sur des espaces plus larges.

Le développement des recherches-système dans le domaine de la gestion des ressources naturelles implique de "démocratiser" les outils de description des espaces ruraux (analyse du paysage, télédétection, système d'information géographique) et d'affiner les méthodes d'analyse du fonctionnement des systèmes agraires villageois et régionaux. Le chercheur système, dans ce cas, doit raisonner non plus en fonction d'une diversité d'unités de production, mais d'un espace plus ou moins déterminé, comprenant différents groupes sociaux utilisant de façon complémentaire ou conflictuelle le même ensemble de ressources naturelles.

En l'absence d'une volonté conjointe des populations rurales et des pouvoirs publics de s'engager dans la voie de la gestion raisonnée des ressources naturelles, l'apport des recherches-système dans ce domaine sera limité à une amélioration des connaissances du milieu. Dans le cas contraire, il pourrait se porter sur les programmes d'aménagement et de préservation des ressources naturelles mis en œuvre par les populations : formation et appui à l'organisation ; mise au point d'innovations techniques vulgarisables ; définition de l'assistance matérielle, juridique et financière.

Références bibliographiques

Barrier C., 1990. Développement rural en Afrique de l'Ouest soudano-sahélienne : premier bilan sur l'approche gestion de terroirs villageois. Les cahiers de la recherche-développement, 25 :33-42.

Dugué P., 1989. *Possibilités et limites de l'intensification des systèmes de cultures en zone soudano-sahélienne : le cas du Yatenga (Burkina Faso).* Thèse de docteur-ingénieur, ENSA, Montpellier, France, 259 p.

Dugué P., 1993a. *La gestion de la fertilité et l'utilisation des ressources naturelles dans les systèmes agro-pastoraux soudano-sahéliens.* Montpellier, France, CIRAD-SAR, 14p.

Dugué P., 1993b. *Rapport d'activités 1992 de l'opération recherche développement ISRA/PICOGERNA. Gestion des ressources naturelles et amélioration des systèmes de production (Sine Saloum, Sénégal).* Montpellier, France, ISRA/CIRAD-SAR, 64 p.

Dugué P., 1994. *Recyclage des résidus de récolte en vue d'accroître l'utilisation de la fumure organique : le cas du Sine Saloum (Sénégal).* Montpellier, France, ISRA/CIRAD-SAR, 31 p.

Dugué P. *et al.*, 1994. *Diversité et zonage des situations agricoles et pastorales de la zone cotonnière du Nord Cameroun.* Garoua, Cameroun, IRA/projet Garoua, 83p.

Kane C.T., 1991. *Analyse des actions de développement en foresterie rurale. Le cas de la zone de Mabo (Sud Sine Saloum, Sénégal).* Mémoire d'étude, École nationale supérieure des sciences agronomiques, Dijon, 57 p.

Montagne P., 1988. Foresterie rurale au Sénégal. Le projet d'aménagement et de reboisement des forêts du centre-est (PARCE). Bois et forêts des tropiques, 215, 6-26.

Peltier R. *et al.*, 1993. Les fronts pionniers soudaniens. Évaluation des défrichements par télédétection, contribution des projets de développement et de la recherche forestière à un aménagement durable. Bois et forêts des tropiques, 236 :5-22.

Usage des ressources sylvopastorales et systèmes de production dans le Haut Tell tunisien

Auclair Laurent[1] ; Ben Cheikh Khereddine[2] ; Laajili Ghezal Lamia[3] ; Pontanier Roger[1]

[1]ORSTOM, BP 434, 1004 El Menzah,Tunis, Tunisie
[2]Centre régional de développement agricole de Siliana, Tunisie
[3]Ecole supérieure d'agriculture de Mograne, Tunisie

Résumé

Cette contribution s'inscrit dans la problématique du développement durable. Elle met en relation les systèmes de production et l'usage des ressources sylvopastorales dans le Haut Tell tunisien. La dynamique des exploitations et des usages est ensuite confrontée à celle du milieu naturel et des paysages. Depuis deux décennies, une frange importante de la petite paysannerie diminue le travail dans l'exploitation agricole tout en continuant d'exercer une pression importante sur les ressources sylvopastorales.

Abstract

Use of Forest Pastoral Resources and Production Systems in the Tunisian Haut Tell

This contribution focuses on the difficulties associated with sustainable development. Production systems are examined in relation to the use of forest pastoral resources in the Tunisian Haut Tell. Then the dynamics of exploitation and use are set against those of the natural habitat and countryside. In the past two decades, a significant proportion of small farmers have adopted less intensive methods of farming, but at the same time continue to make heavy demands on forest pastoral resources.

Introduction

La Tunisie, d'où est tirée cette étude de cas, est caractérisée par des structures agraires inégalitaires et des disparités régionales croissantes (Dumont, 1972 ; Sethom, 1992). Dans ce contexte, la stratégie nationale de développement, marquée par une volonté constante de modernisation de l'agriculture, ne peut avoir les mêmes effets sur l'ensemble des producteurs (Gachet, 1987).

Ce constat a contribué au développement de l'approche systèmes agraires. Une partie de ces travaux se donne en effet pour objectif d'identifier la diversité des systèmes de production afin de prendre en compte les différentes catégories d'agriculteurs et de leur proposer des solutions techniques adaptées (Laurent, 1993). Dans les dernières décennies, l'approche régionale des systèmes agraires (Aubry *et al.*, 1991) et l'étude des problèmes spécifiques aux zones marginalisées (Ben Zid et Elloumi, 1993) ou aux petites et moyennes exploitations se sont développées.

Dans le même temps, la gestion du milieu naturel voit triompher dans les pays du Maghreb, et en Tunisie en particulier, une approche volontariste de l'État. Les solutions techniques lourdes et dirigistes apportées à l'époque coloniale ont été développées après l'Indépendance : barrages, lutte contre l'érosion, aménagement pastoral et forestier, reboisements, etc. Il est devenu banal de souligner que la faible implication des populations dans la mise en œuvre d'aménagements pensés sans les paysans, voire contre eux, en a limité l'impact (Pérennès, 1992). Peu de travaux prennent pour objet d'étude les modalités d'usage ou de gestion des ressources naturelles par les paysans, modalités qui connaissent pour la plupart une évolution très rapide, alors qu'une importante littérature est consacrée à l'étude des systèmes écologiques et des potentialités du milieu naturel. Ce manque constitue aujourd'hui un handicap certain, dans la perspective annoncée d'une politique tunisienne favorisant la participation active des paysans en matière de protection de l'environnement, conformément à l'agenda 21 de la conférence de Rio (ministère de l'Environnement, 1993).

En effet depuis quelques années, apparaît et s'affirme la notion de développement durable, *sustainable development*. La gestion des ressources naturelles, après avoir longtemps suivi une voie indépendante au sein des administrations compétentes, tend désormais, notamment sous l'impulsion des organismes internationaux, à s'immiscer dans la problématique du développement rural. Tous s'accordent néanmoins à dire que le développement durable reste à concevoir.

La présente contribution s'inscrit dans cette problématique: Dans un premier temps, nous présenterons brièvement la région étudiée et le processus historique aboutissant à la crise de la petite paysannerie. Nous mettrons ensuite en

relation l'usage actuel des ressources naturelles, en l'occurrence la ressource sylvopastorale du *jbel* Bargou, avec les systèmes de production agropastoraux. L'objectif est ici d'élaborer un outil méthodologique pertinent pour décrire à la fois les interactions société rurale/environnement (c'est au niveau des usages que se nouent les interactions entre dynamiques naturelles et dynamiques sociales) et le fonctionnement des exploitations agricoles en terme de combinaison des facteurs de production ; ceci dans la perspective d'une stratégie globale intégrant développement agricole et gestion des ressources naturelles.

L'usage des ressources naturelles — le mode d'appropriation selon certains auteurs (Reveret et Weber, 1994) — comprend à notre sens l'ensemble des relations d'une société aux ressources qu'elle exploite, notamment les modalités de représentation et de répartition sociale, dépassant le cadre strict des techniques de production et des pratiques. Toutefois, dans les limites de cette contribution, l'usage de la ressource sylvopastorale sera défini principalement en terme de pratiques (parcours, bois de feu, etc.).

Dans un deuxième temps, nous tenterons de reconstituer les grandes lignes de la dynamique des usages et des exploitations agricoles et de mettre cette dynamique en relation avec celle du couvert végétal du *jbel* Bargou, appréciée par l'interprétation d'une séquence de photographies aériennes. Nous conclurons en situant nos résultats dans un contexte plus général, à l'échelle de la Tunisie.

Un milieu caractéristique du Haut Tell : montagne, piémont et plaine alluviale

Notre zone d'étude (l'imadat Ouled Frej dans le gouvernorat de Siliana) couvre environ 9 000 hectares, à la limite de la dorsale tunisienne et du Haut Tell. Le climat est caractérisé par des influences continentales et une pluviométrie annuelle comprise entre 450 et 600 mm (étage semi-aride supérieur). Le gradient d'altitude (de 600 à 1 200 mètres) et la géomorphologie permettent de distinguer trois grandes unités écologiques (figure 1).

Le massif du *jbel* Bargou (1 260 mètres d'altitude) correspond à un vaste anticlinal dont l'ossature calcaire (Aptien) forme un relief karstique. Lithosols et régosols dominent. Le couvert végétal est fortement marqué par l'action de l'homme. A proximité du piémont, les pelouses rases parsemées de *Tymelea sp.* et *Marruba sp.* dominent, indiquant une pression pastorale intense. Quand on prend de la hauteur sur les versants, ces formations font place à une garrigue ouverte à romarin, genévrier oxycèdre et *diss (Ampelodesmos mauritanica)*. Sur le haut des versants subsistent des taillis denses de chêne vert, témoins de l'ancienne végétation forestière du *jbel* Bargou.

Vers l'ouest, la plaine de Robaa correspond à un bassin d'effondrement plioquaternaire, caractérisé par des dépôts de texture argilo-limoneuse. Les vertisols et sols vertiques épais, localement à tendance hydromorphe, dominent. Les fentes de retrait permettent une bonne infiltration des pluies d'automne et une capacité de stockage de l'eau importante. Ces terres présentent de bonnes potentialités agricoles ; elles sont occupées par les grandes cultures céréalières.

Un glacis de piémont étroit, profondément entaillé par les ravins, constitue la zone de transition entre la plaine alluviale et la montagne. Les sols, peu épais (rendzines et bruns calcaires dégradés), encroûtés, à capacité de stockage en eau réduite par le ruissellement et la battance, sont sensibles à l'érosion dans les secteurs à forte pente. L'occupation des terres est dominée par les petites parcelles de céréales.

Un processus historique : la crise de la petite paysannerie des piémonts

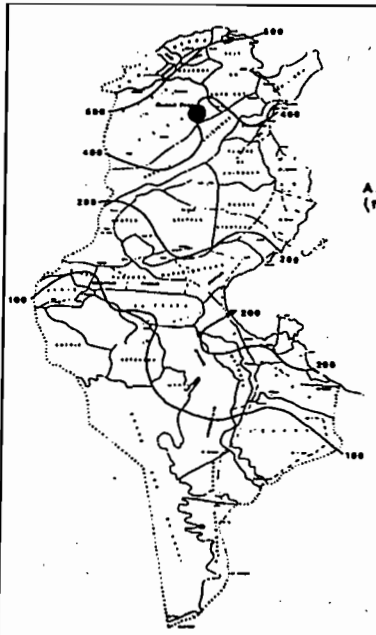
Aux grandes unités écologiques présentées, correspondent des structures agraires spécifiques.

La plaine de Robaa, constituée de sols fertiles, est caractérisée par la prédominance de la moyenne propriété privée. Les deux tiers des exploitants cultivent une surface supérieure à 10 hectares. Les densités rurales sont assez faibles, de l'ordre de 15 hab./km^2.

Sur les piémonts du *jbel* Bargou, caractérisés par des sols de médiocre qualité, les exploitations présentent un morcellement foncier considérable. Les deux tiers des exploitants du piémont cultivent moins de 10 hectares. Les densités dépassent 85 hab./km^2.

Parmi les facteurs qui expliquent cette situation, commune à de nombreuses régions du Haut Tell (Makhlouf, 1968 ; Poncet, 1962), l'histoire représente un élément de première importance. Bien avant l'implantation du protectorat français en Tunisie, la plaine de Robaa était sous le contrôle du pouvoir beylical. Le système de concessions pratiqué par le bey, propriétaire de la terre, au profit des notables locaux avait mis la plus grande partie des terres fertiles de la plaine sous le contrôle de quelques familles. Ces terres étaient exploitées par des *khammès*, métayers au cinquième, et par des familles indivises de fermiers issues des fractions tribales. En dehors de la plaine, la terre était laissée en usage aux communautés tribales ou bien était propriété indivise de celles-ci. Ces populations vivaient de la céréaliculture et surtout de l'élevage transhumant. Le nombre important de tentes à la fin du siècle dernier témoigne des origines bédouines et de la mobilité de ces agropasteurs.

La colonisation française va étendre assez tardivement son emprise sur la plaine (après 1920), par acquisition des terres du beylik, mais aussi par appropriation et location de territoires utilisés par les communautés tribales. La colonisation provoque des mutations profondes, dont les grandes lignes sont communes à l'ensemble du Haut Tell et aux steppes de la Tunisie centrale (Attia, 1986). La restriction du territoire des communautés, la rupture de la complémentarité interrégionale (transhumance pastorale, etc.) et l'explosion démographique amènent une population de plus en plus nombreuse à vivre sur un territoire de piémont de plus en plus fermé. Cela a notamment pour conséquences l'extension des défrichements, la désagrégation de la structure tribale et une appropriation forcenée de la terre, à l'origine de la situation foncière actuelle. En outre, la mécanisation de la céréaliculture sur les grandes exploitations de la plaine, dès 1930, diminue fortement le nombre des emplois agricoles. Après l'Indépendance, ni le bref épisode des coopératives de



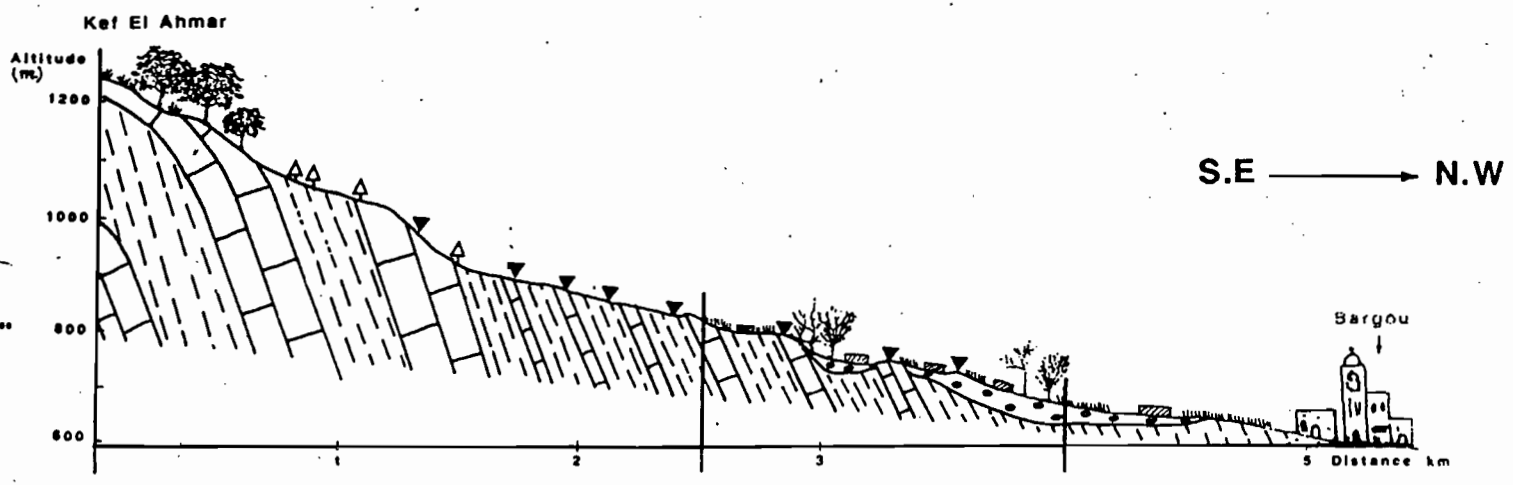


Figure 1. *Catena d'Ouled Fredj*

Unités physiographiques	JBEL BARGOU	GLACIS	PLATEAU (Plaine)
Secteurs NS	12	22	32
Occupation dominante du sol et types de végétation	Forêt et parcours pelouses d'altitude forêts et matorrals denses: chêne vert matorrals à genévrier dégradés matorrals à romarin et dis	Polyculture (céréales - arboriculture) Quelques parcours très dégradés sur les crêtes	Céréaliculture (cultures et jachères)
Types de sol et Etat de dégradation	Lithosols Rendzines squelettiques ± dégradées	Régosols Bruns calcaires dégradés	Bruns calcaires à caractères vertiques en bon état
Systèmes d'exploitation	—	Types dominant: • Agro-sylvo-pastoral • Agricole	Type dominant: • Agro-pastoral
Densité de population	nulle	forte (85 hab/km2)	moyenne (16 hab/km2)
Géologie	Intercalation de barres calcaires et de marnes du Crétacé	Intercalation de barres calcaires et de marnes de l'Eocène avec glacis Quaternaire	

production, ni la privatisation des terres, après 1975, ne parviendront à changer notablement les structures agraires.

La petite paysannerie des piémonts connaît une crise profonde et durable en dépit de l'intervention croissante des services de l'État. Un exode rural précoce, dès les années 1930, affecte le Haut Tell et l'ensemble des régions fortement pénétrées par la colonisation française (Picouet, 1971). Il ne faiblira guère jusqu'à aujourd'hui. Entre 1966 et 1975, la délégation de Bargou connaît une diminution de sa population (– 1 %). Entre 1975 et 1989, les effectifs de la population rurale continuent de régresser faiblement, malgré un indice de fécondité qui reste élevé.

Une typologie synthétique : usage des ressources sylvopastorales du *jbel* Bargou et systèmes de production

Les résultats présentés proviennent d'une enquête réalisée en 1992 dans le cadre du programme Dynamique de la population et environnement en Tunisie (ORSTOM/CRDA Siliana/ESA Mograne). L'échantillon comprend 185 ménages de l'imadat Ouled Frej, soit environ la moitié de la population rurale.

Nous avons d'abord défini une typologie des usages du *jbel* Bargou à partir d'une analyse multidimensionnelle portant sur sept variables du questionnaire (effectif et composition du cheptel, durée d'utilisation des parcours du *jbel*, récolte de bois de chauffe et de diverses ressources végétales).

Dans un second temps, nous avons bâti la typologie des systèmes de production à partir d'une vingtaine de variables qualitatives et quantitatives portant sur la structure foncière, l'appareil de production, les systèmes de culture et d'élevage (Hassainya, 1984). Nous avons enfin croisé ces deux approches pour définir la typologie synthétique et simplifiée que nous présentons ici (figures 2 et 3).

Les agropasteurs (type 1), localisés sur le piémont, représentent 18 % de l'ensemble des ménages. Ils sont définis par une composante élevage importante et par l'usage des parcours du *jbel* Bargou, principalement de l'automne au début du printemps. Le bois de chauffe nécessaire aux besoins domestiques est prélevé sur la montagne, ainsi que diverses ressources végétales (graines de pin d'Alep, plantes alimentaires, etc.). Certains ménages pratiquent en hiver le charbonnage et le commerce local et clandestin de bois et charbon. La combinaison d'élevages ovin, caprin et bovin est la plus fréquente. Le cheptel moyen comporte une quarantaine de têtes ovines ou caprines et quatre ou cinq têtes bovines de race locale. Disposant en propriété d'une surface agricole inférieure à 20 hectares (80 % cultivent moins de 10 hectares), ils pratiquent la céréaliculture (blé dur, orge), mais aussi les cultures fourragères et l'arboriculture. L'utilisation des engrais chimiques et du tracteur est très répandue. Toutefois, un nombre non négligeable d'exploitants continue d'utiliser l'araire sur les parcelles les plus pentues et les moins accessibles. Le revenu de l'exploitation provient en grande partie de l'élevage. Certains disposent d'un revenu extérieur régulier (dans l'administration locale notamment) et emploient des bergers. Ils s'agit des plus gros éleveurs ovins et des exploitations les plus dynamiques (diversification des productions, location et achat de terres, etc.). La plupart disposent de peu de revenus extérieurs et utilisent la main-d'œuvre familiale.

Les micro-exploitants (type 2), principalement localisés sur le piémont, représentent le groupe le plus important (37 % de l'ensemble des ménages). Ils sont caractérisés par

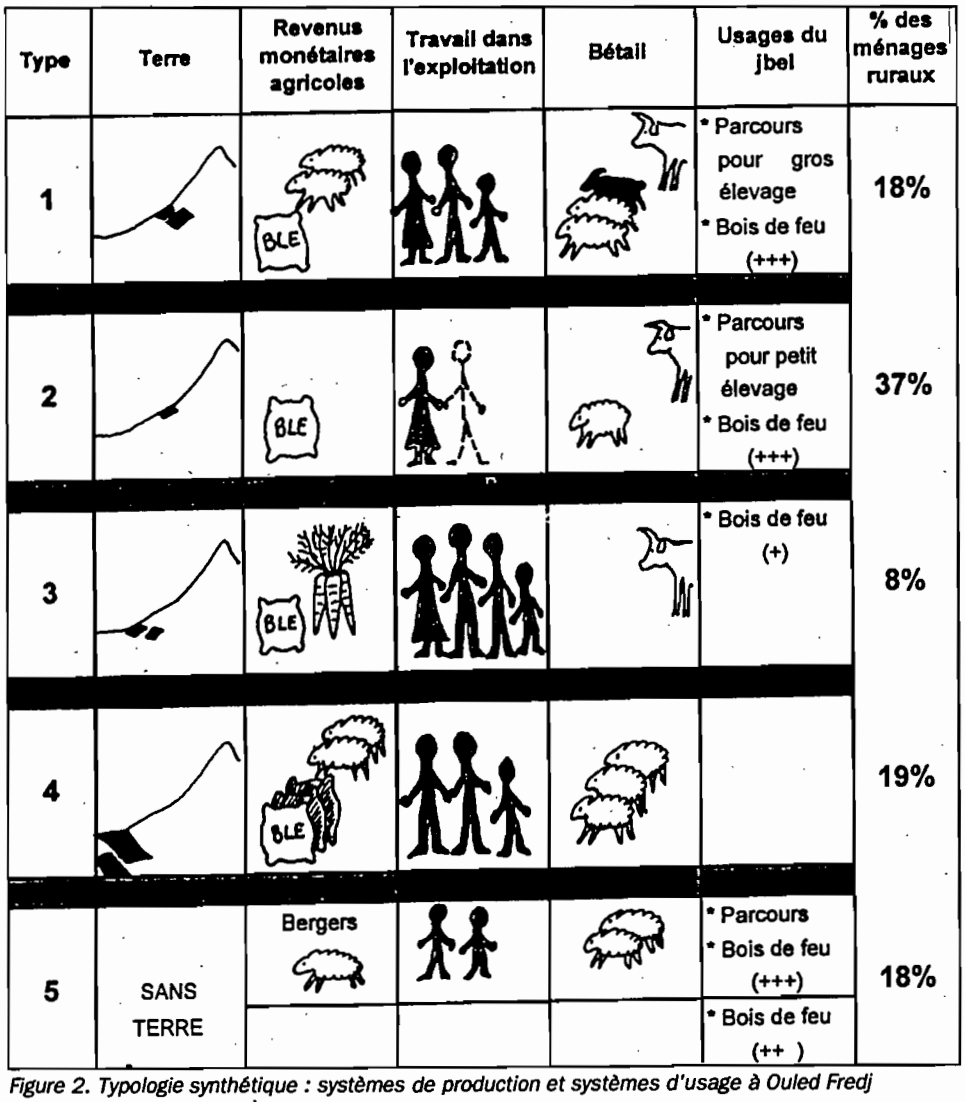


Figure 2. Typologie synthétique : systèmes de production et systèmes d'usage à Ouled Fredj

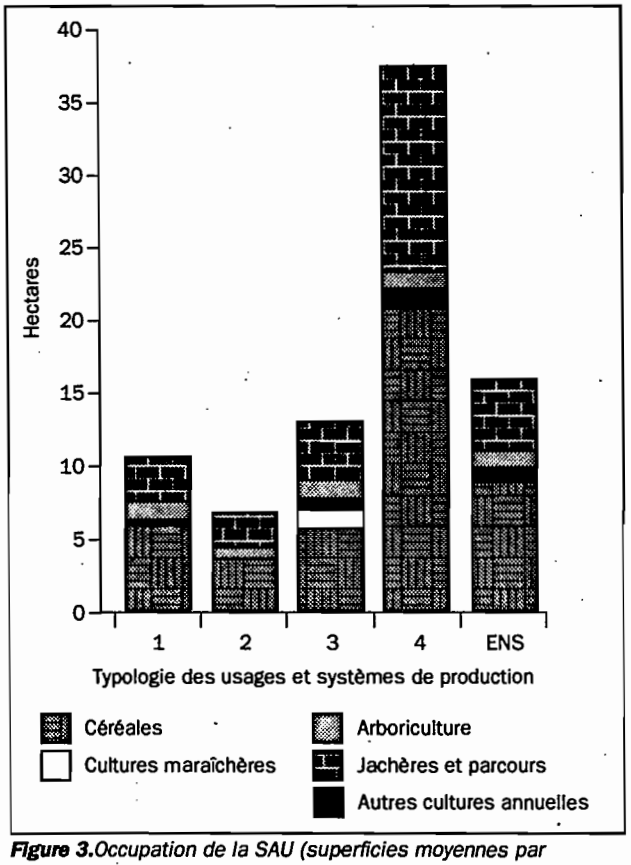


Figure 3.*Occupation de la SAU (superficies moyennes par exploitation)*

une faible composante élevage. Quand il est présent, le troupeau est constitué de quelques brebis (moins d'une dizaine de têtes) et d'une ou deux vaches. Les parcours du Bargou sont utilisés par le tiers des exploitants. L'approvisionnement en bois de chauffe dans le *jbel* concerne en revanche la grande majorité des familles. De plus, l'activité clandestine de charbonnage est importante pour les ménages les plus démunis. Le plus grand nombre dispose en propriété d'une superficie agricole inférieure à 10 hectares. Les productions sont peu diversifiées, presque exclusivement limitées à la culture de blé dur et d'orge. L'utilisation des engrais chimiques est faible et irrégulière alors que l'usage des machines (location du tracteur et de la moissonneuse) est généralisé. La plupart des hommes occupent des emplois saisonniers en dehors de l'exploitation (chantiers publics, bâtiment, etc.). Bien que faibles et irréguliers, les revenus extérieurs permettent de pallier la faiblesse et les aléas de la production agricole. Lorsqu'un surplus apparaît, il est consacré à la construction ou à l'amélioration du logement plutôt qu'aux activités productives. Certaines familles disposent de revenus extérieurs plus importants, mais l'exploitation ne fait l'objet d'aucun investissement. Les terres sont fréquemment louées ou données en association. La main-d'œuvre agricole familiale est réduite (moins d'une personne à temps complet par exploitation) et âgée. Parmi les actifs agricoles, 70 % ont plus de 50 ans. La tranche d'âge 30-50 ans est peu représentée, traduisant le départ d'une frange importante de population. On observe cependant peu d'abandons définitifs dans cette catégorie.

Les maraîchers irrigants (type 3), localisés à la jonction piémont-plaine caractérisée par la présence d'un aquifère, représentent 8 % de l'ensemble des ménages. Leur système de production est bien identifié : il associe le maraîchage en irrigué à un petit élevage bovin. Ils ne font pas usage des parcours du *jbel* Bargou et les prélèvements de bois de chauffe à usage domestique concernent 60 % des familles. Il s'agit de petites exploitations en faire valoir direct (13 hectares cultivés en moyenne) pratiquant la céréaliculture, les cultures fourragères et le maraîchage en irrigué (piments, tomates, etc.), lequel représente l'essentiel des revenus monétaires. Les puits de surface sont équipés de motopompes. L'utilisation de fumier et de produits phytosanitaires est répandue, ainsi que le travail manuel du sol. Une main-d'œuvre familiale importante est employée sur l'exploitation.

Les céréaliculteurs-éleveurs (type 4), principalement localisés dans la plaine, représentent environ 20 % de l'ensemble des ménages. Nous avons regroupé dans ce type les exploitations ayant une composante élevage importante et n'utilisant pas les ressources sylvopastorales du *jbel* Bargou (pas d'usage des parcours, pas de prélèvements directs de bois de chauffe, etc.). Cette catégorie comprend les structures d'exploitation les plus importantes de notre zone d'étude. Si 20 % d'entre eux cultivent moins de 10 hectares, la plupart appartiennent à la catégorie des exploitations moyennes (disposant d'une surface agricole utile comprise entre 20 et 100 hectares). Plusieurs systèmes de production, caractérisés par l'association de la céréaliculture à l'élevage ovin, sont représentés. Les différences portent sur la diversification et le degré d'intensification des productions agricoles. La location de terres est répandue, en particulier pour les plus grandes exploitations. L'usage des machines et des engrais chimiques est généralisé. Le seuil des 35 hectares est important. Au-dessus de cette surface, l'agriculteur possède en général le matériel de traction mécanique et de travail du sol, qu'il loue aux autres exploitants (Aubry *et al.*, 1991). Les plus grandes structures recourent au salariat permanent.

Les non-exploitants agricoles (type 5) regroupent les ménages ruraux qui ne disposent pas de droit sur la terre. Principalement localisés sur les piémonts, les non-exploitants sont souvent nouvellement implantés dans la région. Ils représentent 18 % des ménages ruraux.

Les bergers habitent pour la plupart sous la tente, bien que résidant en permanence dans le secteur. Ils possèdent en général leur propre troupeau (une trentaine de têtes ovines), travaillent pour les grandes exploitations de la plaine ou bien s'associent avec les agropasteurs du piémont (type 1). Une dizaine de familles de bergers — venus du sud-ouest tunisien — se sont installées sur le piémont au cours de la dernière décennie. Le bois de chauffe est prélevé sur la montagne. Les bergers cherchent à acquérir du foncier quand ils ont accumulé un petit capital. Ils installent alors de petites exploitations familiales, le plus souvent de type 1.

Les journaliers et salariés de l'agriculture représentent la catégorie la plus démunie. La plupart des familles subsistent en partie grâce aux salaires des chantiers publics de reboisement et de lutte contre l'érosion. Un nombre important de ménages s'approvisionnent en bois de chauffe sur le *jbel* et pratiquent le charbonnage, en particulier dans le secteur de piémont.

La typologie présentée met en évidence la diversité des usages du *jbel* Bargou et l'opposition de deux systèmes agraires : l'un, localisé sur les piémonts, agrosylvopastoral,

est caractérisé par le recours complémentaire aux ressources de la montagne et à l'agriculture du glacis ; l'autre, confiné dans la plaine, agropastoral, n'a pas de relation avec le massif du Bargou. Il faut constater aussi la diversité des usages et des stratégies familiales que traduit la présence sur le piémont des différents types présentés.

Le type 1 a le plus fort impact sur les ressources de la montagne (parcours pour un élevage important, bois de feu et charbonnage). Les prélèvements de bois de chauffe et le charbonnage concernent les types 1, 2 et 5, particulièrement les ménages les plus démunis de ces catégories. Les maraîchers irrigants et les céréaliculteurs-éleveurs utilisent très peu les ressources de la montagne.

Dynamique des usages et des ressources sylvopastorales

Le défrichement des piémonts et du bas des versants du *jbel* Bargou pour les besoins d'une céréaliculture vivrière ainsi que la dégradation progressive des formations forestières de la montagne sous la pression de l'homme et des troupeaux s'inscrivent dans un processus quasi séculaire, entamé au début du siècle et culminant vers sa moitié (Poncet, 1962). Tout au long de la période coloniale, la demande de terres et de parcours, mais aussi de bois de chauffe (usages domestiques et filières de commercialisation) et bois d'œuvre ne cesse de croître. Le nombre des maisons et gourbis est multiplié par 13 entre 1895 et 1921 sur l'ensemble du caïdat (Bernard, 1924).

La croissance démographique et la multiplication des petites exploitations de type agrosylvopastoral (type 1) conduisent, sur les piémonts (probablement dès les années 1930), au morcellement foncier et à la surexploitation des ressources de la montagne. La conséquence en est une crise à double dimension (économique et écologique), caractéristique d'une économie malthusienne (Malassis, 1981). Les systèmes de production, fondés sur la céréaliculture vivrière et l'élevage extensif restent inchangés (la faiblesse des ressources en eau ne permet pas le développement des cultures irriguées). La migration vers Tunis constitue la seule alternative.

Les photographies aériennes montrent que l'extension des défrichements agricoles se poursuit au cours des décennies 1950 et 1960 dans les secteurs boisés du piémont. Au cours de cette période, la délimitation du territoire forestier domanial du Bargou est précédée, comme dans de nombreuses régions du Tell, par une véritable course aux défrichements pour l'appropriation de la terre ; en témoigne l'installation dans les secteurs forestiers de plusieurs familles d'ouvriers agricoles et de bergers.

Dès les années 70 et au cours de la décennie suivante, de nouvelles stratégies familiales viennent modifier les systèmes de production et d'usage des ressources. Elles sont liées à la généralisation de la migration et des activités économiques extra-agricoles : pluriactivité des exploitants, migrations temporaires ou définitives des jeunes actifs vers Tunis et les villes du Sahel en plein essor... La main-d'œuvre familiale, en particulier la plus jeune, est de moins en moins employée sur l'exploitation. De nombreuses petites unités agrosylvopastorales (type 1) se transforment progressivement en exploitations agricoles à dominante céréalière (type 2). Les investissements sur l'unité de production (en travail et en capital) sont réduits au minimum. La taille du troupeau familial diminue et la mécanisation de la céréaliculture se généralise avec le recours à la location de matériel agricole. Sur le bas des versants du Bargou, les parcelles de médiocre qualité, les plus difficiles d'accès, sont abandonnées ; elles évoluent en friches pâturées.

Dans le même temps, certaines exploitations agrosylvopastorales se maintiennent ; d'autres, disposant de revenus extérieurs, accroissent leur troupeau et s'associent avec dès bergers. Ces familles immigrantes exercent à leur tour une pression sur le foncier agricole et sur les ressources pastorales de la montagne. Certaines exploitations du piémont s'orientent vers le type 4 (céréaliculteurs-éleveurs) et le type 3 (maraîchage en irrigué) quand les ressources en eau le permettent.

Au cours des deux dernières décennies, l'usage de la montagne se transforme. Le nombre des petits troupeaux familiaux parcourant le *jbel* régresse alors que les grands troupeaux ovins, conduits par des bergers, augmentent en nombre. Les effectifs caprins diminuent au profit des ovins et des bovins, lesquels sont lâchés sans gardiennage dans la montagne pendant la période hivernale. La pression du bétail sur les ressources pastorales reste forte. Près de 5 000 ovins et caprins et 500 bovins dépendent des parcours de la montagne pendant la période hivernale ; le bilan fourrager devient nettement déficitaire quand survient une année sèche.

Les prélèvements de bois de chauffe pour la consommation domestique sont réduits par l'usage croissant du gaz butane pour la cuisine. La consommation moyenne d'un ménage est de l'ordre de deux tonnes de bois par an ; principalement en bois de petit calibre (romarin, calycotome, etc.) destiné à la cuisson du pain dans le four familial. Le recours aux matériaux modernes limite en outre l'utilisation du bois dans la construction. En revanche, le charbonnage et la vente clandestine à destination du centre urbain proche de Bargou (qui a vu sa population doubler entre 1975 et 1992) concerne un nombre important de ménages du piémont (estimé à une cinquantaine). Le charbonnage clandestin est une activité rémunératrice, que le service forestier ne parvient pas à réprimer efficacement. Elle procure un indispensable complément de revenu aux petites exploitations du piémont, lesquelles disposent d'une abondante main-d'œuvre jeune et sous employée. Les photographies aériennes montrent, entre 1950 et 1973, une régression globale de la superficie arborée de 24 % sur le massif du Bargou, au profit des maquis et garrigues. La dégradation des boisements (principalement de chêne vert) s'accélère entre 1973 et 1989 (65 % de régression de la superficie arborée).

Conclusion

La prédominance sur les piémonts et les zones agricoles les plus marginales d'une petite paysannerie caractérisée à la fois par l'importance de l'emploi extra-agricole et par la faiblesse du travail dans l'exploitation ne manque pas d'avoir des conséquences notables sur la dynamique agraire

et sur l'usage des ressources naturelles. Le premier effet semble être à priori une pression moindre sur les ressources sylvopastorales (diminution de l'usage des parcours et déprise agricole sur les terres les plus marginales) comme on l'a montré dans l'exemple traité. Il faut constater cependant la mutation des systèmes d'élevage, l'arrivée de bergers immigrants et le maintien d'une forte pression pastorale. Enfin, l'activité de charbonnage reste importante pour la frange la plus défavorisée de la petite paysannerie des piémonts, compromettant le renouvellement des boisements de chêne vert. Si les prélèvements ont changé de nature avec l'intégration croissante de l'espace sylvopastoral domanial à l'économie de marché (gros troupeaux ovins, charbon, graines de pin, etc.) et la diminution des prélèvements de subsistance (petits troupeaux familiaux, bois de chauffe, etc.), le renouvellement et la gestion des ressources ne s'en trouvent pas mieux assurés. L'espace sylvopastoral continue, d'une certaine manière, à payer le prix de la paix sociale.

Tentons, pour conclure, d'avoir une vision plus large. Les statistiques nationales montrent la diminution de la main-d'œuvre agricole, mais aussi le vieillissement et la féminisation de celle-ci alors que le nombre des micro-exploitations se maintient et a même tendance à augmenter (Sethom, 1992) : plus de 60 % des exploitations agricoles tunisiennes disposent de moins de 10 hectares. Sur le plan national, la catégorie des micro-exploitants a une fonction importante de régulation de l'emploi, de réservoir de main-d'œuvre pour les besoins de la grande exploitation, des chantiers de construction ou de l'industrie. Elle permet de maintenir à la campagne une population nombreuse, contribuant ainsi au ralentissement de l'exode rural observé au cours de la dernière décennie.

La gestion et la préservation des ressources sylvopastorales dépendent dans une large mesure du devenir d'une petite paysannerie marginale et pléthorique, caractérisée par un mouvement de balancier de la main-d'œuvre entre ville et campagne. On veut souligner ici l'enjeu de disposer d'outils intégrés capables de devenir le support d'une stratégie globale en matière de développement rural et gestion des ressources naturelles.

Références bibliographiques

Aubry C. et *al.*, 1991. Pour une approche régionale du développement agricole : céréaliculture et dynamique des systèmes agraires en Tunisie. Annales de l'INRAT, 64 (numéro spécial), Tunis, Ed. Arabesques, 240 p.

Attia H., 1984. Réflexions à propos du développement de la Tunisie intérieure et méridionale. *In : Le développement rural en questions : Paysages, espaces ruraux, systèmes agraires.* Paris, ORSTOM, collec. Mémoires n° 106, p.205-219.

Ben Zid R., Elloumi M., 1993. Politiques agricoles et développement rural des zones marginales : Le cas de la Tunisie. Colloque international sur le développement des zones défavorisées méditerranéennes, Fès, 26 p.

Bernard A., 1924. *Enquête sur l'habitation rurale des indigènes de la Tunisie.* Tunis, J. Barlier, 101 p.

Dumont R., 1972. *Paysanneries aux abois ; Ceylan, Tunisie, Sénégal.* Paris, Ed. du Seuil, 253p.

Gachet J.-P., 1987. L'agriculture : discours et stratégies. *In : Tunisie au présent.* M. Camau éd., Paris, CNRS, p.181-228.

Hassainya J., 1984. *Identification des systèmes de production et typologie des exploitations agricoles. Application à la région de Mateur (nord de la Tunisie).* CIHEAM/IAM, Montpellier, 240 p.

Laurent C., 1993. Typologies d'exploitations agricoles, un outil pour le développement ? L'exemple de la Tanzanie. *In : Dynamique des systèmes agraires, politiques agricoles et initiatives locales.* C. Blanc Pamard éd., Paris, ORSTOM, coll. Colloques et séminaires, p.263-291.

Makhlouf E., 1968. Structures agraires et modernisation de l'agriculture dans les plaines du Kef. Cahier du CERES, série géographie, 1, Tunis, 261 p.

Malassis L., 1973. *Agriculture et processus de développement.* Paris, UNESCO, 308 p.

Pérennès J.-J., 1991. La gestion du milieu, choix techniques et dimension sociale (Tunisie centrale). Histoires de Développement, 14 :16-21.

Picouet M, 1971. Les migrations intérieures en Tunisie. Population, numéro spécial Maghreb :113-128.

Poncet J., 1962. *Paysages et problèmes ruraux en Tunisie.* Paris, PUF.

République tunisienne, Ministère de l'Environnement et de l'aménagement du territoire, 1993. *Programme d'action nationale de lutte contre la désertification.* Tunis, 116p.

Reveret J.-P. et Weber J., 1994. Biens communs : les leurres de la privatisation, *In : Savoirs 2 : une terre en renaissance.* Le Monde diplomatique-ORSTOM :71-72.

Sethom H., 1992. *Pouvoir urbain et paysannerie en Tunisie.* Tunis, Cérès productions, 393 p.

Évaluation économique de la préservation de l'environnement

Lebailly Philippe[1] ; Khtour Dah O.[2]

[1]Faculté des sciences économiques de Gembloux, Passage des Déportés, 2, 5030 Gembloux, Belgique

[2]GTZ, BP 5217, Nouakchott, Mauritanie

Résumé

L'évaluation économique des mesures de protection de l'environnement est difficile. Des méthodologies ont été proposées par divers auteurs, notamment par le Comité inter-Etats de lutte contre la sécheresse au Sahel (CILSS). La plupart des bailleurs de fonds souhaite néanmoins disposer d'éléments quantitatifs susceptibles d'améliorer la perception des avantages socioéconomiques liés à la lutte contre la désertification et, dans un sens plus large, à la gestion collective des agroécosystèmes. Dans le cadre de la phase pilote d'un projet de développement financé par la coopération technique allemande (deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit : GTZ), nous avons tenté d'appliquer les méthodes recommandées et les avons adaptées en introduisant la notion de capital protégé. Le but de notre communication sera de présenter la méthodologie appliquée dans le cadre du projet Gestion intégrée des ressources naturelles de l'Est mauritanien (GIRNEM) pour mesurer la confiance retrouvée des populations, fragilisées par deux sécheresses successives et contraintes, en quelque sorte, à se sédentariser pour prendre en charge la gestion de leur terroir.

Abstract

Economic Evaluation of Environment Protection

It is difficult to evaluate the economics of environment protection measures. Evaluation methodologies have been proposed by various authors including the Comité inter-états de lutte contre la sécheresse au Sahel (CILSS). Nevertheless, most donors wish to have access to quantitative data likely to raise awareness of the socioeconomic advantages of controlling desertification and, more generally, of participative management of agroecosystems. During the pilot phase of a development project (Management of the natural resources of Eastern Mauritania) financed by the Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), we attempted to apply the recommended methods of evaluation by adapting them and introducing the concept of 'protected capital'. This paper describes the methodology used to estimate the regained confidence of local populations, which have been struck by two consecutive droughts and forced to settle to manage their homeland.

Introduction

La gestion collective d'un terroir villageois représente un domaine d'investigation privilégié pour les recherches-système. D'un point de vue global, l'objectif poursuivi par ce type de projet requiert l'adhésion de chacun. Mais il soulève des difficultés dès lors qu'il s'agit de quantifier en flux monétaires les avantages économiques des actions menées. Dans cette perspective, l'analyse est le plus souvent fragmentaire, faute de données, et les effets du projet sont mesurés en termes de réalisations techniques ou de niveaux de participation des groupes cibles.

L'application de l'analyse coût-avantage est malaisée car cette méthode unicritère de choix suppose une évaluation monétaire de l'ensemble des coûts et avantages, qu'ils soient marchands ou non marchands, du projet.

Les données sur les différentes formes d'atteinte à l'environnement et leurs effets sont soit rares soit tellement hétérogènes que leur exploitation est impossible. En outre, l'établissement, fastidieux, des relevés de données socioéconomiques sur des sites d'intervention paraît d'autant plus hasardeux qu'il apparaît clairement que l'information collectée sera biaisée. Il en est ainsi, à titre d'exemple, pour les chiffres relatifs à la composition du cheptel, à la population, au revenu familial, etc.

Dans ce contexte, il nous a semblé intéressant de proposer une méthode relativement simple, prenant en considération la complexité (et le coût) de la collecte de données quantitatives fiables. La méthodologie est présentée ci-après. Elle a été appliquée à un projet de développement opérant dans l'est de la Mauritanie.

Le projet Gestion intégrée des ressources naturelles de l'est mauritanien (GIRNEM) a débuté la phase pilote de ses

activités en mai 1991, pour une période de quatre ans. Il opère dans le Hodh El Gharbi à partir de Aïoun el Atrous. L'objectif principal du projet consiste à élaborer et expérimenter en étroite collaboration avec les populations des méthodes et actions appropriées de gestion intégrée des ressources naturelles. Dix zones d'intervention ont été retenues.

L'objectif global du projet GIRNEM, exprimé comme suit : "La gestion intégrée des ressources naturelles est convenablement assurée par les populations." est particulièrement difficile à évaluer quantitativement d'un point de vue socioéconomique.

Cette communication présente la méthodologie appliquée, à partir de moyens relativement modestes, dans le cadre du projet GIRNEM. On évaluera les effets des actions menées par le projet (au départ, essentiellement la fixation des dunes) à la fois dans un cadre statique et dynamique.

Méthodologie

L'approche retenue pour l'évaluation économique des actions menées en relation avec la stabilisation des dunes et *in fine* des populations concernées par les mesures de protection est duale. Il s'agit en premier lieu de comparer d'une manière statique les coûts des mesures de protection à la valeur estimée du terroir villageois. En second lieu, nous nous intéresserons à la dynamique observée dans l'occupation du terroir villageois (approche spatio-temporelle).

A court terme, il est important de comparer le coût des actions que les populations mènent contre l'ensablement avec la valeur des infrastructures, le capital protégé, que la fixation des dunes protège directement.

A plus long terme, la gestion intégrée des ressources naturelles par des populations fragilisées suite aux graves sécheresses et contraintes à se sédentariser doit selon nous être perçue à travers la confiance retrouvée dans l'avenir et le milieu environnemental.

Dans la situation dégradée de la Mauritanie, le regain de confiance des populations et leur sentiment d'appartenance à un terroir peuvent être appréciés en analysant sur la base d'une comparaison spatio-temporelle l'évolution du capital protégé.

En effet, si les populations assurent une gestion intégrée des ressources naturelles convenable, les habitants du terroir reprennent confiance. Ils se sentent sécurisés et stabilisés dans un environnement qu'ils gèrent de manière durable. En conséquence, ils investissent dans des habitations, qui se développent suite à la sécurisation des populations et à l'existence de sources de revenus durables.

En analysant l'évolution des villages, on peut déceler les mutations, dans un sens favorable ou défavorable. Pour des populations semi-nomades ou transhumantes, le capital protégé englobe l'ensemble des immobilisations (capital fixe), collectives ou individuelles, qui bénéficient d'une protection contre l'ensablement suite à la réalisation de travaux de fixation des dunes.

Nous soulignerons toutefois que l'évolution du capital protégé dans le temps peut diverger selon les critères subjectifs des populations concernées. Ainsi, un village qui maîtrise la gestion de ses ressources naturelles préférera consacrer l'essentiel de ses revenus à l'accroissement de son troupeau ou à d'autres formes de dépenses qui seront difficilement extériorisées plutôt qu'à l'amélioration de son habitat. Il conviendra en conséquence d'être prudent avant d'établir des comparaisons entre villages sur la base de l'évolution de ce seul critère, qui devra être utilisé en terme évolutif bien plus que comparatif..

Approche statique

Au préalable, il importe de fixer qualitativement les différents éléments constitutifs du capital protégé retenu dans le cadre de cette analyse. Ensuite, il conviendra de les valoriser et de comparer la valeur des immeubles considérés avec les coûts de protection desdites immobilisations contre l'ensablement.

Sur la base des investigations menées sur le terrain, il a semblé préférable de se concentrer sur trois types d'infrastructure : les habitations, les aménagements hydrauliques et les périmètres maraîchers.

Certaines situations particulières, où le capital protégé ne peut être limité aux éléments cités ci-dessus, seront envisagées pour les différents sites retenus.

Par ailleurs, des différences sensibles entre types d'habitat peuvent être recensées dans chaque village. En schématisant l'analyse, nous pouvons retenir les types d'habitations ci-après.

La tente, présente à certaines périodes de l'année sur le terroir villageois, ne correspond pas à une immobilisation, puisqu'elle est, par destination, essentiellement mobile. Nous ne la considérerons donc pas comme un élément constitutif du capital protégé. Sur certains sites, nous avons pu observer une évolution qui tend à fixer la tente à l'intérieur d'un enclos grillagé. Ce type d'aménagement n'a pas été retenu comme faisant partie du capital protégé.

Le hangar est la forme de logement majoritaire sur les différents sites du projet GIRNEM. Il correspond au type le plus rudimentaire d'immobilisation rencontré sur les périmètres protégés contre l'ensablement. Il représente le premier stade de fixation des populations nomades sur un terroir villageois. L'investissement réalisé pour ce type d'habitation est relativement faible, mais nous devons le comptabiliser comme faisant partie intégrante du capital protégé puisque les propriétaires de ces infrastructures peuvent difficilement les déplacer. Elles restent fixées au terroir lors des déplacements semi-nomades ou de transhumance.

Le hangar peut se présenter sous différentes formes. La plus simple consiste en une armature en bois avec un toit de toile. Ce type d'habitation peut évoluer et, par exemple, être doté de murs de pignon en banco. Sur le site de Achemat, nous avons pu observer ce type d'évolution sur une période d'un an. Une autre forme de hangar fréquemment rencontrée sur les sites du projet est le hangar en paille. Dans ce cas, nous pouvons observer une certaine gradation dans la qualité de l'habitation, qui reste encore relativement rudimentaire.

Le hangar en banco ou en pierre représente une nette amélioration de l'habitat, qui devient alors une immobilisation à part entière. Dans ce cas également, différentes variantes peuvent être observées sur les différents sites. Généralement, la taille du hangar en banco ou en pierre cor-

respond à celle du hangar en paille ou en bois. Il peut être entièrement ouvert ou fermé. Les murs peuvent être enduits de banco ou de ciment.

La maison représente le stade ultime d'évolution de l'habitat individuel en milieu rural. Dans ce cas, il est difficile de fixer un standard, étant donné la multiplicité des habitations rencontrées. La forme la plus simple est représentée par la pièce unique en banco ; la maison en pierre de deux ou trois chambres constitue la forme de logement la plus élaborée sur la zone du projet GIRNEM. Ce type d'habitat a en général plusieurs destinations (magasin et logement par exemple).

Les éléments constitutifs du capital protégé étant fixés, il convient maintenant de les valoriser en opérant une distinction selon qu'ils correspondent à un échangeable ou pas. Un coût en échangeable suppose un décaissement monétaire lors de l'acquisition du bien considéré. Le décaissement n'est pas à prendre au sens strict mais plutôt en terme de coût d'opportunité. Ainsi, ne pas pouvoir commercialiser un produit immobilisé dans le capital protégé constitue un coût en échangeable alors que l'on n'observe pas de flux monétaires. La valeur du capital protégé est exprimée en ouguiyas (UM) avec la parité suivante (septembre 93) : 1 $ = 120 UM.

En ce qui concerne les habitations, la valeur retenue est la moyenne du coût communément admis pour la construction des habitations par les populations interrogées à ce propos. Les éléments pris en compte dans le calcul comprennent exclusivement le coût des matériaux requis pour la construction des immobilisations et représentent des coûts en échangeables. Ont été retenues les estimations moyennes suivantes : 12 000 UM pour un hangar avec toit de paille ou de toile ; 70 000 UM pour un hangar en banco ou en pierre ; 100 000 UM pour une maison.

Les infrastructures hydrauliques sont comptabilisées parmi les éléments constitutifs du capital protégé. Dans ce cas, l'estimation de la valeur des ouvrages est délicate, la profondeur du puits, son diamètre, sa position géographique, etc. justifiant des différences importantes. L'eau représentant une ressource précieuse, et donc un capital à protéger, il nous a semblé primordial de ne pas sous-estimer la valeur des infrastructures hydrauliques. Plutôt que de nous référer à des standards rarement vérifiés dans les faits, nous avons préféré nous inspirer du devis estimatif établi à la demande du projet GIRNEM par la brigade hydraulique d'Aïoun, en juillet 1992, pour un puits neuf à Hassi Ahmed Bichna d'une profondeur de 25 m et d'un diamètre de 1,60 m.

Sur la base de cette estimation, nous avons retenu une valeur de 650 000 UM pour les puits recensés sur les sites retenus, à l'exception du village de Sweïguïe, où l'eau est présente à faible profondeur et où les puisards ont été estimés à 3 000 UM.

Enfin, dans chaque village, le projet GIRNEM a encouragé l'installation d'un périmètre destiné à la pépinière et au maraîchage sur une superficie de 25 ares. Le coût de ces réalisations a pu être établi en détail. Il s'élève en moyenne à 112 000 UM par site et correspond entièrement à des échangeables puisque les populations ont réalisé elles-mêmes ces infrastructures.

En ce qui concerne la protection contre l'ensablement, les superficies réalisées ont été inventoriées par l'équipe du projet et les coûts pour ce type d'opération ont pu être identifiés en détail (tableau I).

Tableau I : Coût de la protection contre l'ensablement pour un hectare.

	Total (UM)	Échangeables (UM)	Non échangeables (UM)
Plants	10 100	5 600	4 400
Clayonnage	14 100	1 600	12 500
Plantation	9 900	-	9 900
Total	34 000	7 200	26 800

Le coût global de 34 000 UM se répartit en 7 200 UM échangeables (20 % environ) et 26 800 UM non échangeables (essentiellement les ressources locales en main-d'œuvre et la traction animale). Idéalement, il faut encore déduire des coûts les différents produits obtenus de l'exploitation des dunes stabilisées. Il s'agit essentiellement du bois et éventuellement de la fauche des graminées. A ce stade (le projet GIRNEM est dans sa phase pilote), le manque d'expérience pour ce type d'activité ne nous a pas permis de valoriser ces produits, qui, à l'avenir, devraient contribuer à diminuer les coûts de la protection contre l'ensablement.

Approche spatio-temporelle

L'analyse ne peut se limiter à un relevé des infrastructures villageoises, elle doit être conçue dans un cadre dynamique. Il importe en effet d'envisager l'évolution de l'habitat en termes quantitatif et qualitatif, mais également en terme d'aménagement du terroir villageois afin de pouvoir apprécier dans le temps les mutations qui s'opéreront dans l'habitat. Les changements observés pourront être interprétés comme les signes extérieurs d'un certain renouveau de la confiance, ou, à l'opposé, d'une dégradation des conditions de vie, malgré les mesures curatives et/ou préventives entreprises.

Dans le cadre de cette approche spatio-temporelle, il est nécessaire de raisonner en terme d'occupation de l'espace. Si l'on peut observer un développement des infrastructures villageoises à proximité de la dune qui a été fixée, nous pourrons conclure que le terroir est stabilisé dans l'esprit de ses occupants. Pour permettre ce constat, il importe d'établir un schéma du terroir villageois tel qu'il est occupé actuellement et de suivre son évolution.

Parallèlement, mais non accessoirement, on choisira des villages de référence (sites témoins) non couverts par les actions du projet et exposés à une détérioration de l'habitat, afin de différencier ce qui est imputable à l'évolution naturelle des choses dans l'est mauritanien de ce qui doit être attribué à l'action du projet.

Choix des sites

Le choix des sites a été opéré à deux niveaux : d'une part, à l'échelle des sites d'intervention du projet GIRNEM, d'autre part, dans la perspective de disposer de sites témoins.

En ce qui concerne les sites du projet, une enquête préalable a été menée auprès des différents villages afin d'établir les principales composantes des infrastructures protégées. A partir de ces investigations et compte tenu des moyens dont nous disposions, nous avons décidé d'analyser les éléments du capital protégé dans quatre villages : Ache-

matt, Madhloum, Hassi Ahmed Bichna et Sweïguïe. Une certaine représentativité de l'ensemble des sites d'intervention du projet GIRNEM a guidé la sélection.

Le choix des sites témoins a été plus délicat. En effet, il est difficile de trouver dans le Hodh El Gharbi un village qui n'ait pas bénéficié préalablement d'interventions (par exemple dans le cadre du projet PLEMVASP) ou qui ne soit pas un futur site d'intervention du projet GIRNEM. Nous avons néanmoins pu trouver un village, près de Agjert, à environ 4 km de la route de l'Espoir, qui ne semble pas bénéficier de l'appui d'un projet. Il s'agit du village de A'loueïnatt. Le second site de référence a été choisi dans le Hodh ech Chargui. Après discussion avec les autorités de Timbédra, le village de Bousta a été retenu.

Résultats provisoires

Tableau II. Eléments constitutifs du capital protégé pour les différents sites.

	Achematt	Madhloum	Hassi Ahmed	Sweïguïe
Hangars en paille et toile	33	2	71	15
Hangars en banco	7	2	7	18
Maisons en banco et pierre	22	31	12	2
Puits en pierre et ciment	4	8	7	36
Pépinières et jardins	1	1	1	4

Le village d'Achematt est situé le long de la route de l'Espoir à quelques kilomètres de Tintane. D'implantation relativement récente, il tire ses moyens de subsistance principalement de terrains de culture sis derrière un barrage construit en 1959. Les travaux de fixation des dunes protègent à la fois les habitations qui se situent au sud du goudron et la route de l'Espoir. La plantation a porté sur 13 ha. La route de l'Espoir n'a pas été comptabilisée dans le capital protégé afin de ne pas surestimer la valeur des immeubles, étant donné que l'objectif principal de la réalisation des travaux par les villageois est la protection de l'habitat. Le village se caractérise par le nombre relativement élevé de maisons en pierre. Nous avons pu observer dans ce village une évolution rapide des habitations : d'une part, certains hangars ont été améliorés en moins d'un an de murs de pignon en banco, d'autre part, de nombreux tas de pierre de taille, présents sur le site, témoignent de l'intention des populations de construire des maisons en dur.

Madhloum est le village situé le plus au nord de notre échantillon, à la limite sud du Sahara. L'activité principale des habitants, qui s'y sont implantés en 1980, est liée au pastoralisme (pendant la période de l'hivernage, le site est quasiment abandonné). A Madhloum se déroule un marché hebdomadaire de dromadaires. Les infrastructures hydrauliques y sont bien représentées, de par la vocation de ce village. Des travaux de fixation ont été effectués sur les dunes au nord du village et 20 ha de plantation ont été réalisés. Le capital protégé est essentiellement constitué par les puits et les maisons en dur. Les hangars sont ici très peu représentés, voire inexistants. Certaines infrastructures destinées au marché hebdomadaires sont fixées sur le site mais n'ont pas été valorisées dans le calcul du capital protégé.

Hassi Ahmed Bichna est le plus grand village de notre échantillon par la population qu'il abrite. Situé sur un forage pastoral important, le village est traversé par la piste Aïoun - Nioro (Mali). Les habitants, éleveurs nomades, s'y sont installés suite aux graves sécheresses de 1973 et 1983. Outre l'activité traditionnelle liée à l'élevage, les villageois pratiquent la culture de quelques hectares de bas-fond et la saignée des gommiers. Le site nous a paru particulièrement dégradé et menacé. Des plantations ont été réalisées sur une superficie de 25 ha. Sur ce site étendu, les hangars en paille dominent largement. Les maisons en banco correspondent le plus souvent à des magasins. Le centre du village comprend une mosquée, que nous avons évaluée dans le capital protégé à une valeur de 1 000 000 UM. La protection de la piste Aïoun-Nioro (Mali) n'a pas été comptabilisée dans l'estimation du capital protégé.

Le village de Sweïguïe fait partie d'un ensemble d'oasis qui s'étendent dans la direction est-ouest de Gharghar à Aoueinat Jrid. Les activités sont davantage orientées vers l'agriculture. Les habitations sont situées à proximité d'une vaste mare et d'une palmeraie. L'eau est présente à une faible profondeur (4 m au maximum). Un cordon dunaire domine le village. Des travaux de fixation mécanique ont été entrepris sur la partie est et une superficie de 15 ha a été replantée. L'ensemble du site n'étant pas concerné par l'aménagement, la partie ouest du village, qui est composée de quelques habitations, n'a pas été recensée. Les infrastructures hydrauliques correspondent à des puisards, dont le coût unitaire pour l'estimation du capital protégé est estimé à 3 000 UM. Les palmiers n'ont pas été comptabilisés dans le capital protégé. Nous soulignerons le faible nombre de maisons recensées dans ce village. Le fait que le village est situé sur des sols à potentialité agricole et que le site de résidence pourrait être déplacé constitue un facteur explicatif.

Afin d'évaluer les avantages de la protection des sites, nous avons calculé les coûts en échangeables (qui représentent en quelque sorte les intrants achetés à l'extérieur par les villageois) et totaux des travaux de fixation des dunes, que nous avons ensuite comparés au capital protégé pris en compte sur la base des éléments décrits ci-dessus (tableau III).

Tableau III. Comparaison du coût en échangeables, du coût total et du capital protégé selon les sites.

Sites	Coût en échangeables (UM)	Coût total (UM)	Capital protégé (UM)
Achematt	93 600	442 00à	5 798 000
Madhloum	144 000	680 000	8 576 000
Hassi Ahmed Bichna	180 000	850 000	7 204 000
Sweïguïe	108 000	510 000	1 986 000
TOTAL	525 600	2 482 000	23 564 000

A partir de la méthodologie définie ci-dessus, il ressort de nos investigations que le capital protégé sur les sites d'intervention du projet GIRNEM représente environ 40 fois le coût en échangeables (réellement décaissé par les bénéficiaires sans intervention du projet) et environ 10 fois le coût total de la protection contre l'ensablement. Des différences sensibles peuvent être observées entre les sites retenus quant à la valeur du capital. Les villages de Madhloum et de Hassi Ahmed Bichna présentent les valeurs estimées les plus élevées.

Le capital protégé du site de Sweïguïe est plus faible ; on n'y a pas inclus la palmeraie. La moindre valorisation des infrastructures hydrauliques explique cette faiblesse relative de la valeur des immobilisations du village. Le site dispose néanmoins d'eau en abondance. La protection du village contre l'ensablement permet la préservation de l'eau, ressource rare mais disponible sans investissements importants. En cas de déplacement des populations, les ressources en eau seraient probablement moins accessibles et la valeur du capital immobilisé du nouveau village (toutes choses égales par ailleurs) serait augmentée. Le raisonnement suivi prouve qu'il semble plus indiqué de donner à la disponibilité de la ressource en eau une valeur d'opportunité qui devrait être calculée à partir de la taille du village et des effectifs des troupeaux que les infrastructures hydrauliques permettent d'abreuver.

Outre une valorisation du capital protégé, la fixation des dunes présente l'avantage de permettre aux populations de pouvoir poursuivre leur existence en milieu pastoral. En ce sens, l'avantage économique qui en résulte constitue un frein à l'exode rural ; *in fine,* le coût social important représenté par l'accroissement anarchique des villes où les populations se réfugient diminue.

Approche spatio-temporelle

Les résultats relatifs à cette approche ne sont que partiels : ils sont représentés par les schémas d'aménagement du terroir villageois pour les quatre sites retenus et les deux sites témoins présentés ci-dessous. A l'avenir, il conviendra d'analyser l'évolution des sites en relevant les modifications qui s'opéreront dans l'habitat et dans l'occupation de l'espace.

En ce qui concerne le site d'Achematt, des mutations ont déjà pu être observées sur une période de un an. En outre, les nombreux tas de pierre présents à proximité des habitations témoignent de la volonté des populations d'améliorer l'habitat. La présence de la route de l'Espoir exerce une influence sur l'occupation de l'espace.

A Madhloum, la plupart des habitations sont représentées par des maisons en dur. Le village était littéralement déserté lors de notre visite et seuls trois villageois gardaient le site. Le nomadisme était toujours pratiqué par les populations, ce qui explique la prédominance d'infrastructures en dur, les tentes restant la forme d'habitation traditionnelle.

Le village de Hassi Ahmed Bichna est le plus densément peuplé et les différentes catégories d'habitation y sont représentées. La majorité de la population occupe le site en permanence et a abandonné le nomadisme. Le terroir villageois nous a paru particulièrement dégradé suite à la présence quasi permanente des troupeaux dans un rayon de 30 km du centre du village.

Sweïguïe présente des spécificités de par la présence d'une mare permanente et d'un périmètre phénicicole. En outre, la potentialité agricole du site sur lequel est installé le village a influencé le choix des villageois dans le type d'habitat. Les menaces de déplacement du village n'ont pas encouragé la construction d'infrastructures en dur.

Le site témoin d'Aloueinatt est situé à proximité de Agjert, à 4 km au nord de la route de l'Espoir. Le village correspond en fait à un hameau. La menace d'ensablement est représentée par un cordon dunaire en formation.

Le second village témoin est localisé dans le Hodh ech Chargui, à 40 km à l'est de Timbédra et à proximité de la route de l'Espoir. L'habitat est particulièrement bien représenté. Le relevé s'est principalement concentré sur les infrastructures en dur. A l'est du site, un barrage a été réalisé. La menace d'ensablement est particulièrement visible à l'entrée de Bousta, avec la présence de dunes non stabilisées.

Conclusions

L'évaluation économique de la préservation de l'environnement est le plus souvent malaisée car les indicateurs font défaut ou exigent la collecte, coûteuse, de données socioéconomiques.

Dans le cadre de la phase pilote d'un projet de développement, nous avons jugé opportun de proposer une méthode simple d'évaluation, qui permette de quantifier les avantages liés aux mesures prises en relation avec la protection des sites et de suivre l'évolution de l'indicateur identifié dans le temps.

Les résultats provisoires présentés consistent en une comparaison statique entre les coûts des actions menées pour lutter contre l'ensablement et la valeur du capital protégé. Celui-ci n'englobe pas l'ensemble du terroir mais est limité dans un premier temps à l'habitat villageois. L'étape suivante de la recherche consistera à suivre l'évolution de ce capital dans le temps et dans l'espace.

Afin de pouvoir évaluer objectivement les effets de la préservation de l'environnement, il importe de s'interroger au départ sur les variables qu'il convient de recenser. Dans le cadre du projet GIRNEM, compte tenu des moyens relativement limités dont nous disposions, nous avons estimé qu'il était préférable de concentrer nos investigations sur la détermination des coûts de protection et sur le relevé des infrastructures villageoises censées être protégées. De cette façon, le décideur dispose d'informations précieuses, qui permettent à la fois de relativiser les coûts de la préservation de l'environnement et de suivre l'impact des mesures adoptées par les populations.

Les recherches-système en développement rural pourraient également s'intéresser davantage aux caractéristiques des habitats villageois. Le relevé de ce type d'informations est relativement simple et souple. Il permet d'extérioriser, même de manière imparfaite, les effets d'une dynamique de gestion des ressources naturelles.

Integration of Fish into Intensive Rice-Based Farming Systems in Asia

Walbel, Hermann; Horstkotte, Gesa; Purba, Sirman
Institut für Agrarökonomie, Universität Göttingen, Platz der Göttinger Sieben 5, 37073 Göttingen, Germany

Abstract
Fish farming in rice fields has a long tradition in Asia. The decline of this practice began with the diffusion of the green revolution technology, which made the production environment less favorable to fish. Growing concern about the sustainability of Asian rice production systems has highlighted the need to reassess the complementarity of rice and fish production. Ecological and economic forces provide scope for a wider integration of fish culture in the rice-based farming systems of Asia.

Keywords
Aquatic organisms, diversification, economics, farming systems, integrated pest management, rice - fish systems.

Résumé
L'intégration de la pisciculture dans les systèmes de production rizicole intensive en Asie
La rizipisciculture est une pratique plus que millénaire en Asie, et ce sont les effets des techniques introduites par la révolution verte, sur le milieu aquatique, qui en ont amorcé le déclin. Compte tenu de la préoccupation croissante concernant la durabilité des systèmes asiatiques de production rizicole, une nouvelle analyse de la complémentarité riz-poisson est nécessaire. Les auteurs font valoir que certains facteurs, tant économiques qu'écologiques, permettent une plus large intégration de la pisciculture dans les systèmes de production rizicole en Asie.

Introduction

Rice production in Asia has doubled during the past 30 years and has outstripped consumption, which is reflected in the decline of real prices of rice on the world market. Whether this positive trend in production can be projected into the future is, however, doubtful for two reasons. First, interest in investments in agriculture, particularly in irrigation infrastructure, is declining because of low rates of return owing to low rice prices (Rosegrant, Pingali 1991). Second, rice yields in lowland irrigated areas, where the crop is grown in intensive conditions, seem to have reached a plateau and may even be declining (Pingali 1991). This situation is probably the result of continuous intensification, leading to a degradation of natural resources (including soil microorganisms), nutrients, and beneficial organisms capable of keeping insect pests and diseases under control.

The question of sustainability is also valid for fishery resources. Marine fishery resources have been eroded because of overfishing as a result of conflicts between commercial trawlers and inshore, traditional fishermen. Freshwater fish production also depletes other coastal resources such as mangrove forests. Although freshwater fisheries in rivers, reservoirs, and manmade ponds increasingly contribute to total fish production, water quality has rapidly become a limiting factor (Dixon 1990).

Farming of fish and other aquatic organisms offers an attractive option as an additional farm enterprise for two reasons.The wild fish population in inland waters is falling throughout Asia as a result of water pollution and overfishing. Simultaneously, aquaculture technology has progressed rapidly through the development of more reliable hatchery, nursery, and grow-out methods for small-scale farmers, and of improved feeding techniques using on-farm resources.

Description and Requirements of Rice - Fish Systems

Fish culture in rice fields has been practiced for over a thousand years (Khoo, Than 1980). Apart from traditional capture systems, modern rice - fish farming encompasses a multitude of systems. Traditional systems are characterized by capturing, as farmers occasionally catch fish in rice fields. In production systems, fish farming becomes an enterprise, as farmers make resource allocation decisions directed at increasing fish yields.

Fish farming varies; it includes production in ponds separated from rice fields but connected to them through on-farm water flows. In rotation systems within the fields, rice and fish are produced consecutively. After the rice harvest, the plot is turned into a temporary pond by raising the bunds. In concurrent systems, rice and fish are produced simultaneously.

Optimum agronomic conditions for rice do not match those for a rice - fish system. An main difference lies in water management. Ideally, water depth in a rice - fish system should be twice that for rice monoculture, and bund height should be increased for adequate water control. These conditions are not conducive to the use of short-stemmed varieties, herbicides, and insecticides.

Conceptual Framework for Assessing Rice - Fish Integration

The method of economic analysis used in previous economic studies on rice - fish production was often based on a paired comparison using partial budgeting (De La Cruz et al 1992).

The introduction of fish into existing farm household systems should be considered within a wider framework. Fish culture usually requires investments, which affect the resource situation and cash flow of the farm household in the long term. The integration of fish is also likely to stimulate further changes in the cropping pattern (eg, planting of trees around fish ponds). Furthermore, the continuous supply of fish is likely to change the household consumption pattern. The introduction of fish in a rice-growing village will aggravate conflicts (eg, about water quality) provoked by the use of common property resources, and which are likely to raise transaction costs. Economic analysis of integrated rice-fish production should therefore be carried out within a village context.

The analysis of rice - fish integration must consider the theoretical foundations of integrated farming. The theory of integrated farming dates back to the basic research of Von Thünen (1842) and Brinkmann (1922). They highlighted the role of location-related factors in determining the degree of specialization of a farm. In Von Thünen's isolated state, transport costs were the dominating location factor. Brinkmann distinguished between integrating and differentiating forces in German agriculture at the beginning of this century; they determined optimum organization on a farm and led to the formation of entire farming systems that were specific to particular areas.

Differentiating forces lead to specialization and the main factors that support it are:
- natural production conditions;
- evel of economic development;
- integration with product and factor markets;
- agricultural policy interventions in favor of particular commodities;
- objectives and ability of farm household decisionmakers.

Integrating factors lead to diversification of the production system. The main reasons for integration are:
- advantages linked to elimination of seasonal labor peaks;
- complementary effects of two commodities resulting in economies of scope;
- dependence of agricultural (and aquacultural) production on the ecosystem;
- dependence of agricultural production on the social system at community level.

The study of location factors provides the technical and socioeconomic parameters for a whole farm analysis. A production possibility curve, showing the relationship between the two commodities rice and fish, can be simulated by means of linear programming. The basic decision problem is depicted in Figure 1. Curve I represents the simplest case of only one scarce resource (eg, land) and is therefore linear. For a given resource endowment, a farmer can choose to devote all his efforts to rice and produce at level R. Alternatively, he may decide to turn all his rice fields into fish ponds and produce at level F. The relative prices of rice and fish will determine which option will be taken, so that from an economic angle a combination is not profitable. Alternatively, the farmer can opt for an integration of both enterprises and prepare the rice field for producing both rice and fish by making the necessary modifications as described above. Curve II differs from curve I as it expresses a complementary relationship between rice and fish. For example, increased fertilizer application for rice will stimulate growth of algae in the rice field, which can serve as a source of fish feed. Conversely, a higher fish stocking density can raise rice yields because of the organic fertilizer provided by the fish.

Factors Favoring Integration

Are there sufficient reasons to hypothesize a reemergence of integrated and diversified farming systems in the growing economies of Asia?

To date, rice - fish systems exist in probably less than 1% of the 31 million ha of irrigated rice in south and southeast Asia (Coche 1967), although technically 20% of the irrigated

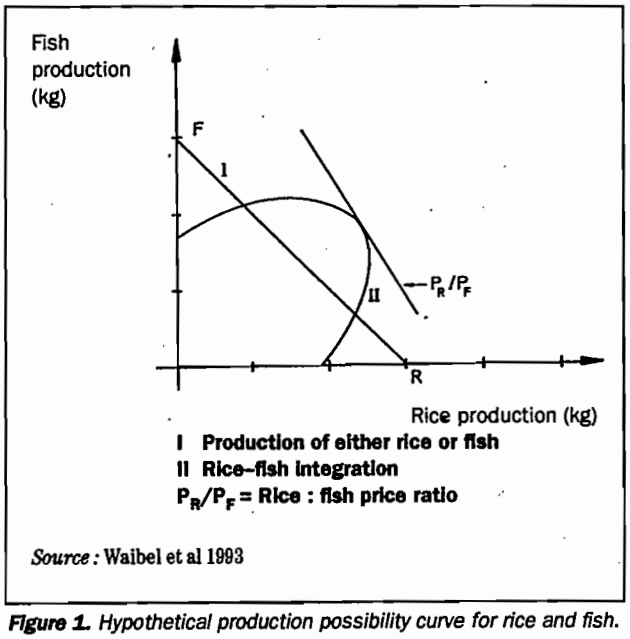


Figure 1. Hypothetical production possibility curve for rice and fish.

rice fields are considered to be suitable for fish production (De La Cruz 1992).

There are a number of factors at macro and micro levels that indicate why diversification of rice-based farming systems should include aquaculture as an additional farm enterprise.

On the macro level the factors are:

- decreasing attention paid to rice intensification programs as a result of structural adjustment;
- ong-term change in the relative prices of rice and fish, resulting in lower public investments for rice: for example, fish prices in the Philippines have risen faster than prices of rice and most other food items during 1980–1989 (Bureau of Agricultural Statistics 1992);
- limitations to an increase in the rice yield potential, given current research methods;
- growing consciousness about the quality aspects of food supply, which will direct research toward commodities other than cereals;
- emerging change in research paradigms toward greater recognition of systems thinking;
- growing influence of NGOs, which were instrumental in spreading rice - fish farming in northeastern Thailand;
- growing problem of food security for marginal groups in rural areas, who traditionally obtained their protein supply through open-access aquatic resources such as crabs, frogs, and other organisms: for example, in southern India, crabs from rice fields constitute almost 50% of protein supply (Rajasekaran, Whiteford 1993);
- limited absorption capacity of urban labor markets;
- long-term increase in transport costs owing to global environmental concerns.

On the micro level the following developments call for increased integration:

- increased dependence on external inputs, resulting in a deterioration of the self-regulating forces of the ecosystem;
- realization of the negative health effects of chemical-based rice production, resulting in defensive expenditure by farm households (unpublished research report Rola A, Pingali PL, IRRI, Philippines, 1993);
- decrease in wild fish populations and other open-access protein sources;
- change in the rice/fish price ratio in favor of aquatic organisms;
- growing opportunities for fish production with the general development of the aquaculture sector: for example, in western Java, rice farmers produce fish seed for intensive running water systems and reservoir cage culture (Koesomadinata, Costa-Pierce 1992);
- positive technology interaction between integrated pest management (IPM) and aquatic life management (ALM) (Waibel 1992).

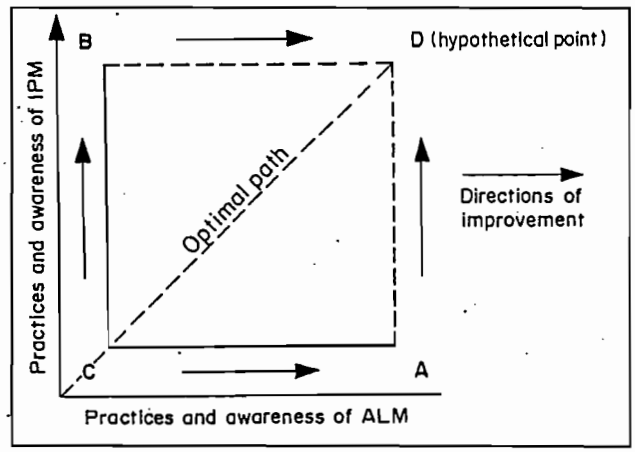
The relative advantage of rice - fish integration is clearly location-specific. Integrated rice - fish farms will certainly not replace the rice monoculture system that dominates the Asian lowlands. Rather, the introduction of fish adds to the options available to farmers. The positive external effects of fish production on soil fertility and the advantage of reusing crop by-products provide special integrating factors in favor of fish production. The conditions that support the potential should be analyzed through case studies.

On-going Case Studies

Two research projects, currently conducted by the authors, focus on the potential of a positive technology interaction between IPM and rice - fish production. One study is located in the Philippines and the other in northern Sumatra, Indonesia.

Philippine Case Study

The Philippine case study looks at opportunities created by IPM in rice. As the application of IPM in rice minimizes and often obviates the use of insecticides, it offers a potential for integrating fish. The potential income from fish represents the opportunity cost of pesticide use; it raises the economic threshold for rice pests, which is less likely to be reached (Waibel 1992). This study hypothesizes that IPM and ALM in rice fields will reinforce each other (Figure 2). As farmers become more knowledgeable about and skilled in IPM, they will also gradually adopt a positive attitude toward aquatic organisms and include them in their management decisions (Horstkotte at al 1992). To test this hypothesis a scale was developed on the basis of the attitude, knowledge, and practices of farmers concerning aquatic and nonaquatic resources in their farm environment. Farmers trained in agroecosystems analysis are compared with those receiving conventional extension messages.



Source. Horstkotte et al. 1992.

Figure 2: *Interaction between integrated pest management (IPM) and aquatic life management (ALM).*

Indonesian Case Study

The research project in Indonesia compares alternative fish production systems such as rotation, concurrent, and pond systems in rice farms in northern Sumatra. Input–output data are collected at plot level and serve to develop linear programming models that incorporate the farm household interaction for selected farms. The models are developed using participatory planning and evaluation methods. Among the production activities, chemical and nonchemical methods of integrated control of fish predators are included to test the transfer of IPM in rice to ALM. As in

the Philippine study, farmers trained in agroecosystems analysis are compared with those who are exposed to conventional technology transfer approaches.

Conclusion

Recognition of intergenerational equity in terms of natural resource availability as a major element of the sustainability paradigm provides impetus to the differentiating forces in Asian farming systems. Rice research in Asia must therefore relinquish its monocropping orientation and investigate more thoroughly the linkages with other commodities. Much will depend on how governments will respond to the sustainability challenge. Agricultural policy should be designed to encourage resource conservation through regulatory and pricing policies. The development of appropriate institutional innovations should be a priority as they provide a negotiating platform for resolving resource conflicts, particularly those related to common property resources at village level.

References

Brinkmann T. 1922. Die Ökonomik des landwirtschaftlichen Betriebes. Grundriß der Sozialökonomik. Tübingen, Germany.

Bureau of Agricultural Statistics, Department of Agriculture, Philippines. 1992. Retail price index of the agricultural food basket for the Philippines. Manila, Philippines: Bureau of Agricultural Statistics.

Coche AG. 1967. Fish culture in rice fields. A worldwide synthesis. Hydrobiologia 30:11–14.

De La Cruz CR, Lightfoot C, Costa-Pierce BA, Carangal VR (eds.). 1992. Rice–fish research and development in Asia. ICLARM Conference Proceedings 24. ICLARM.

Dixon JA. 1990. Renewable resources, the environment and sustained growth: the next twenty years. ASEAN Economic Bulletin 7(2): 159–172.

Horstkotte G, Lightfoot C, Waibel H, Kenmore P. 1992. Integrated pest management and aquatic life management: a natural partnership for rice farmers. NAGA, The ICLARM Quarterly, July 1992.

Khoo KH, Tan ESP. 1980. Review of rice–fish culture in Southeast Asia. *In* Integrated agriculture–aquaculture farming systems (Pullin RSV, Shehadeh ZH, eds.). ICLARM Conference Proceedings 4. ICLARM.

Koesoemadinata S, Costa-Pierce B. 1992. Development of rice–fish farming in Indonesia: past, present and the future. *In* Rice–fish research and development in Asia (De La Cruz CR, Lightfoot C, Costa-Pierce BA, Carangal VR, eds.) 1992. ICLARM Conference Proceedings 24. ICLARM.

Pingali P. 1991. Agricultural growth and the environment: conditions for their compatibility in Asia's humid tropics. *In* Agricultural sustainability, growth and poverty alleviation: issues and policies. Feldafing, Germany: ZEL.

Rajasekaran, Whiteford. 1993. Food Policy 18(3):237–247.

Rosegrant MM, Pingali PL. 1991. Sustaining rice productivity growth in Asia: a policy perspective. IRRI Social Science Division Papers No. 91-01. Los Baños, Philippines: International Rice Research Institute (IRRI).

Von Thünen JH. 1842. Der isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie Stuttgart, Germany.

Waibel H. 1992. Comparative economics of pesticide use in rice and rice–fish farming. *In* Rice–fish research and development in Asia (De La Cruz CR, Lightfoot C, Costa-Pierce BA, Carangal VR, eds.) 1992. ICLARM Conference Proceedings 24. ICLARM.

Waibel H, Horstkotte G, Purba S. 1993. The economics of rice–fish production systems in Asia. Entwicklung und Ländlicher Raum 3(93):8–12.

Accountability, an Indispensable Condition for Sustainable Natural Resource Management

Laban, Peter
ETC Consultants for Development Programmes, P.O. Box 64, 3830 AB Leusden, The Netherlands

Abstract

As users of natural resources, the large majority of farmers—both men and women—take their decisions concerning production factors (land, labor, capital, and knowledge) in a rational way. Such decisions are influenced by the degree to which farmers feel they can effect accountability for the management of natural resources. However, the capacity to effectuate such accountability depends on a number of basic conditions, which are mainly determined externally. Farm households form part of a complex human activity system in which a multitude of decisions are made concerning use and management of natural resources. These decisions are made at many different levels, from farmer to government. Owing to the often very different interests of actors, natural resource management can also be perceived as conflict management. The notion of accountability and the conditions under which such accountability can be assumed at different levels may serve as a guiding principle to better understand such complex decision-in-conflict systems and to contribute to appropriate policy research and development. The paper elaborates on this notion of accountability in the context of a vertical human activity system related to natural resource management. If natural resource management has to be sustainable, policy and program development should analyze and take into account the constraints and potential at local level. High priority therefore is given to accountability among small and marginal farm households.

Key words

Accountability, natural resource management, claim-making power, guaranteed rights, local capacities, conflict management, sustainability, decision making, program and policy development.

Résumé

Le sentiment de responsabilité, une condition indispensable pour gérer les ressources naturelles de façon durable

En tant qu'utilisateurs des ressources naturelles, les agriculteurs — et agricultrices — prennent généralement des décisions réfléchies en ce qui concerne les facteurs de production (terre, travail, capital et savoir). Ces décisions sont influencées par le degré auquel ils se sentent capables de se responsabiliser en matière de gestion des ressources naturelles. Mais cette attitude dépend d'un certain nombre de conditions extérieures. Les ménages d'agriculteurs sont partie intégrante d'un système complexe d'activités humaines dans lequel nombre de décisions se rapportant à l'utilisation et à la gestion des ressources naturelles sont prises à différents niveaux, allant de l'exploitation à l'Etat. En raison des intérêts, souvent de nature différente, qui animent les acteurs, la gestion des ressources naturelles peut également présenter un caractère conflictuel. Le sentiment de responsabilité, et les conditions dans lesquelles il s'exerce (à différents niveaux), peut parfois servir de principe directeur pour une meilleure compréhension des systèmes de décision conflictuels, et contribuer à la recherche et à l'élaboration de politiques appropriées. L'auteur traite ici de cette notion dans le cadre d'un système d'activités humaines vertical lié à la gestion des ressources naturelles. Pour que cette gestion soit durable, l'élaboration des programmes et des politiques doit passer par l'analyse et la prise en compte des contraintes et des potentiels au niveau local. Un accent particulier est donc mis sur la responsabilisation des ménages agricoles, sans terre et marginaux.

Introduction

Natural resources such as land, water, and vegetation are under severe pressure all over the world. Sustainable management of these resources appears to be extremely difficult. In most cases this is due to uncertainty about the rights of local users and the benefits they receive, conflicting interests, and inappropriate policies. Natural resource management has many built-in conflicting issues between different actors, but also between long-term concerns and

short-term interests when a farm household has to make a choice. Other important causes relate to poverty, increasing population pressure, land degradation, and unfavorable macroeconomic conditions. This paper does not elaborate on these underlying but complex causes for which solutions probably have to be found outside the land use sector.

Natural resource management can be seen as a system composed of two interfering decision making subsystems: a "horizontal" land use system and a "vertical" human activity system.

The horizontal system may be described as the complex interaction between the land and its users within a given geographic space and time frame. An example is the concept of integrated village land management or *gestion intégrée des terroirs villageois* (GTV) that is being tried out in many Sahelian countries (Compaoré 1991; Gueye, Laban 1994; PNGT 1991). Many of the so-called GTV programs tend to emphasize the technocratic aspects of "good" management. This often involves individualization of landholdings and formation of imposed instead of authentic village committees for management decisions at the community level (PNGT 1991). A more participatory version of the GTV concept recognizes three dimensions of such management:

- spatial organization of the land in small management units whose space and use change over time;
- dynamic management of these units according to ecological conditions and tenure arrangements;
- management responsibilities of local users (Kaboré et al 1987; Gueye, Laban 1994).

Although more can be said about such horizontal management systems, this paper focuses on the vertical decision-making-in-conflict system and accountability of the different actors involved in this system.

The notion of accountability has been shaped from extensive experience with community forestry programs in western Africa (GRAAP 1982a; Gueye, Laban 1994) and with programs of nongovernment organizations (NGO) on sustainable land use in India (Chandy et al 1993).

Village forestry and other natural resource management projects in western Africa and elsewhere have, in the past 10—15 years, attached great importance to efforts for raising awareness of environmental problems among rural populations and encouraging active participation in solutions. However, they have seldom been able to create the necessary conditions for peasants to really feel involved and participate in natural resource management activities. Such involvement and participation depends for an important part on the extent to which they are really interested and feel accountable to undertake land use activities in a sustainable way. This accountability is considered essential for the socioeconomic and ecological sustainability of activities undertaken either by local people themselves or through development interventions with local participation.

This paper attempts to contribute to a conceptual framework in which, as a condition for sustainable development, local-level accountability for natural resource management is linked to a number of basic conditions and, consequently, to required policy and program instruments. It stresses that locally rooted processes should be favored in efforts toward sustainable management of village natural resources. A starting point for analysis of such a vertical decision-making-in-conflict system should be the local level. It may be observed that this local level of farm households is found at the crossroads of the horizontal and vertical subsystems mentioned earlier.

Natural Resource Management as a Decision-Making-in-Conflict System

Such a system may be described as a complex network composed of different levels of actors, from farm households to governments. The actors have each their own role and responsibilities in natural resource management. Such a system could also be defined as a knowledge, information, and decision making system built by persons, networks, institutions, and their interfaces.

The actors make their own decisions on natural resource management depending on prevailing conditions and their knowledge of and information on these conditions. All actors are engaged in or manage the generation, transformation, storage, retrieval, integration, diffusion, and utilization of knowledge and information. Through these activities they influence and interfere with the very conditions they are taking into account when making their decisions (Röling, Engel 1991). Each level (element of the system) interferes with other levels. The outcome of such interaction can be either positive or negative, depending on its impact on the sustainability of natural resource management.

Systems-oriented research on the dynamics between actors and the conditions determining their decisions can contribute to the enhancement of a human activity or decision making system that makes sustainable management of natural resources a feasible option.

Accountability can be used as a guiding principle for further systems research and appropriate policy development to design natural resource management and land use systems that are indeed sustainable.

Accountability at Different Levels

"Accountability" is used here in the sense of taking responsibility for one's own behavior and being able to account for the effects of such behavior (Laban 1993). The term denotes first of all an intrinsic and personal value, and it is certainly not restricted to its mere financial meaning as in bookkeeping.

It has to be emphasized that accountability, just as measures for natural resource management, has to be defined at all levels from local farmers and target groups up to national governments and donor agencies.

Accountability of local farmers for sustainable land use implies in the first place accountability to themselves and their community.

National governments are accountable to their people and society as a whole for the wise use and management of the country's natural resources. Accountability at this level relates to the necessity to provide the conducive policy environment in which sustainable land use can be made possible

and people at other levels (implementing government institutions, private enterprises, NGOs, target groups, and farm households) are enabled to assume their own accountability for natural resource use and management. Governments have to define and enact the appropriate policy instruments related to, for example, legislation, prices, incentives, decentralization, and good governance. Policy instruments themselves—and through them government accountability—are conditioned by the more global macroeconomic conditions and international policies.

At the level of NGOs and implementing government agencies, accountability to enhance sustainable resource use at the target group level is conditioned by government policies, the macroeconomic and political environment, and the capacity, methodology, and sustainability of the organization.

These different levels do not—or should not—operate in an isolated way. They are all components of the vertical decision making system. Interference at one level will have its impact also at other levels through complex feedback mechanisms.

Accountability at the Local Level

Sustainability of natural resource use and management will only be achieved when the local people living with and among these resources are directly involved and feel accountable for them. Therefore, in the interaction between the different levels the starting point for program and policy development should be the local level: to be effective, policies developed at national level have to adapt to and take into account the conditions of rural populations, and not the other way around.

For many people, especially landless and marginal farm households, it will, however, be extremely difficult to assume such accountability. These people often live in areas where the natural environment is unfavorable (irregular rainfall, infertile soils, high population density, land degradation) and provides little room for innovation. Their living conditions are such that immediate basic needs are more important than the necessity to conserve natural resources, although their survival depends on these resources. If such target groups should still assume accountability for sustainable natural resource use, the absence of a number of basic socioeconomic conditions would make it impossible (Laban 1993). These conditions, which are discussed below, have to be differentiated according to gender.

Existing economic and other benefits

Protection and management of natural resources have to incorporate the multiple interests of local people. These can differ in nature, ranging from religious or social convictions to subsistence and economic benefits. If these interests are not significant, local people will refrain from investing time, effort, and money in land use activities. They will make their own implicit cost-benefit estimations weighing short-term versus long-term interests in view of ecological and socioeconomic objectives.

Incentives and subsidies might sometimes be needed to encourage rural households to undertake natural resource management activities. Situations with common property resources as forest and water need specific attention to deal with the problem of free riders. Well-defined local control and access rights could increase user costs (Openshaw, Fernstein 1989) of resource exploitation and thus the monetary value (benefits) of the natural resource base and its products (Laban 1993).

Appropriate skills and capacities

People need to feel competent and have the right skills (knowledge, technology, means) and attitudes to carry out activities leading to sustainable management of natural resources. Knowledge is linked to the analysis of their actual and potential future situation, technical options, and their impact; it concerns also organization and management of activities.

There are often rich sources of local indigenous knowledge and skills as a basis for such management. This knowledge is often underestimated and should be given more attention. However, under changing socioeconomic and environmental conditions indigenous knowledge might have become less appropriate and needs to be adapted through participatory research, and appropriate training and extension in "new" technology (ILEIA 1989).

Guaranteed property and usufruct rights

Customary law systems on the use of common resources are disintegrating in many cases. They are often only partly replaced by colonial and modern laws, which recognize only negligible responsibility and authority at local levels. Moreover, proper application of modern legislation has often appeared to be very difficult (Okoth-Ogendo 1991).

Differences in local interests, heterogeneity of communities, and growing external claims on land increase the tensions around property and usufruct rights on natural resources. As a result, local populations are often in a state of uncertainty about their rights to the land and trees. In these conditions, it is not surprising that the villagers no longer feel accountable for the protection and management of woods and other resources on their land. Without this accountability, any intervention will fail to succeed.

Usufruct, access, and landownership rights for individuals and community organizations need to be made more explicit in formal legislation and regulations (eg, land reform, forest codes, water use rights). In many cases, such formal legislation could find its inspiration in local customary right systems. At the same time, ways and means have to be found to adapt customary systems to the changed socioeconomic and political conditions of today.

Claim-making power

It is extremely difficult for individuals to secure the necessary rights of land ownership, land tenure, usufruct, access to water, government credit schemes, information, and other basic conditions. Organizing strong village groups with similar interests becomes a necessity to increase their claim-making power and to confer sufficient autonomy and independence. In practice this will not be easily achieved. Local communities are seldom homogeneous units; on the contrary, there are often multiple conflicting interests between different groups composing a village community. Different interests may exist between men and women,

large farmers and landless, small or marginal farmers, different castes, ethnics, political parties, or similar interest groups. Such differences may lead to situations where natural resource management could essentially be considered as a problem of conflict management.

Linking the Local Level with Others

Identification of these basic conditions and an analyzing to check whether or not they are met may help to understand why rural households are not really motivated to engage in natural resource management, and how such conditions can be improved. Recognition of the importance of these conditions for promoting a sufficiently high degree of accountability among local communities can direct the intervention programs of NGO's and government agencies (incentives, assistance in marketing; support for technology development, training, and extension; support in struggle for legal rights; promotion of self reliance and strong local organizations). It will also highlight shortcomings in government policies and the need for lobbying to have them modified.

To a large extent, the basic conditions determine the program approaches and policy instruments needed to achieve the overall goal of sustainable resource use and management.

NGOs and government agencies play an important role in enhancing local accountability at grass roots, regional, and national levels, and in supporting efforts to fulfil the basic conditions (Figure 1).

Case Studies

Accountability for Community Forestry in Sahelian Countries

Since the end of the 1970s the Sahelian countries have experimented with community forestry programs. The main activity in the first phase was the creation of woodlots (0.5–1 ha each) in the village lands. It was followed by tree planting and forestry activities. Today community forestry is considered as an important component of integrated village land management (GTV).

Although not unsuccessful, woodlot establishment encountered many difficulties. The main reason is insufficient accountability of concerned village groups for protection and management of the woodlots. Tree planting, which was originally promoted to overcome fuelwood scarcity, was not promising and the economic benefits were unclear. Ownership of land allocated for this activity appeared uncertain in many cases. People involved in tree planting work were often not sure if the wood produced would be theirs or would become, for example, the property of the village head or families having claim to the land. Sometimes village people continued to think that the woodlot was owned by the forest department. Usufruct laws were rarely established from the beginning.

Although the woodlots were often established through village groups organized for agricultural credit operations, the degree of organization was often not sufficient to deal with longer-term management issues (protection and management of tree plantations, marketing of products).

Although tree planting was for many people a new activity, knowledge was not a real problem because the community forestry program gave much attention to technical aspects.

However, too many basic conditions were not fulfilled and local people were not able to assume sufficient accountability for the woodlots and make the activity sustainable.

In other places where woodlots were established on land clearly allocated to one family, tree planting was satisfactory; where there was a ready market for construction poles, performance was even better because people clearly felt responsible for their woodlot.

Increased Accountability for Environmental Management in Diatock, Senegal

Deforestation of oil palm groves and salinization of rice fields are increasing in the Diatock village lands. Local people had almost no confidence in being able to stop degradation of their lands.

However, the negative environmental trends were reversed by: explaining the causes of these problems; convincing farmers that it was in their own interest to check further degeneration of their environment; assisting them in

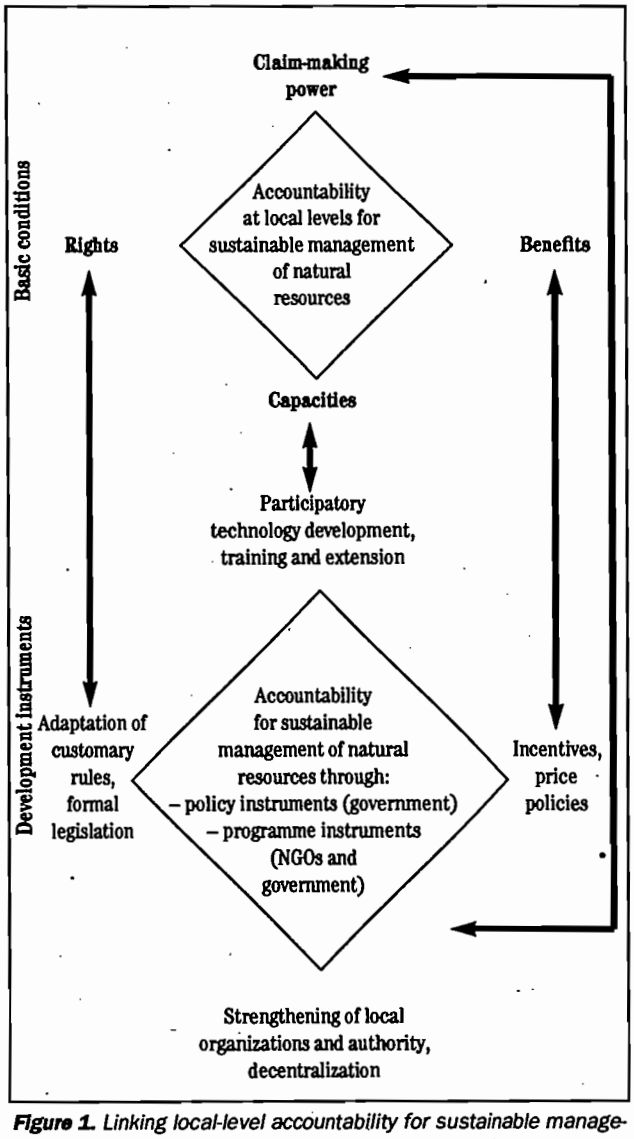


Figure 1. Linking local-level accountability for sustainable management of natural resources with policy and program instruments.

regaining confidence that they would also in the future retain control and management over their undertakings.

Improved insights and new faith, combined with the traditional structure of the Diola society, the influence of the still powerful local youth groups, and clear self-interest were instrumental in promoting local accountability for stopping environmental degradation.

The main actions and impact of this effort were:
- bush fires were stopped;
- palm groves were no longer converted into slash-and-burn fields;
- tree felling by outsiders was checked;
- tree planting increased on individual and common lands; and
- environmental rules were established.

It has to be noted that government or other outsiders played a very minor role in this process (Sypkens Smit 1993).

Wasteland Development in Rajasthan, India

Udaipur is a semiarid hilly district in Rajasthan. Seva Mandir, an NGO, works in this area with tribal populations to rehabilitate their severely eroded lands. Their main activity is soil and water conservation, tree planting, and stone fencing on land of individual farm households. The work is done by village working groups and the people are paid daily wages, of which 30% has to be transferred to a village fund used for other investments.

In spite of the hard work and unfavorable ecological conditions, accountability is relatively high. The direct benefits are improved crop production and grass fodder (urgently needed for the already decimated livestock) from the areas protected by stone fences. Land ownership is secured, and the village organization is strengthened. Knowledge required for the new land use technology is provided by the NGO. People, especially women, say there is no need anymore to migrate to the city (Chandy et al 1993).

Conclusion

Accountability at the local level is an important prerequisite to sustainable natural resource use and management. However, it cannot be considered as a precondition for funding related development programs. On the contrary, it is an objective to be achieved with help of such programs. Enhancing such accountability ought to be a major objective of government and NGO programs. If farm households are to be involved in sustainable land use activities, development programs have to ensure systematically that the basic conditions will be fulfilled in the nearest possible future.

To achieve this, program and policy development should start from the local level. It has to be acknowledged, however, that in the reality of today, the starting point for policy formulation is still to be found at other levels. This reality is another starting point. It recognizes that more efforts are needed for breakthroughs toward appropriate policies that effectively support sustainable development and land use at both local and national levels. It also recognizes that development is a dynamic process in which transformation of attitudes, society, and land use is an inherent process, embracing many contradictions.

Increasingly, themes such as integrated watershed management, sustainable agriculture, participatory approaches, and collaboration with NGOs appear on the agendas of government organizations. Even though their concepts and approach are still often top-down and technocratic, NGOs have a definite role to play; they can make local-level accountability an operational notion.

Systems-oriented research on how accountability can be promoted at different levels should focus on the basic conditions (benefits, rights, knowledge and capacities, claim-making power, local authority, and organization) for local accountability, and thus further program and policy development in this domain.

Acknowledgement

This paper finds its inspiration in extensive field experience and discussions with colleagues in Burkina Faso, Senegal, and India. I would like to mention especially Alain Huson (GRAAP), Vincent Kaboré, and Cyril Kaboré in Burkina Faso; Ibrahima Gueye and Pim Visser in Senegal; and Ajay Mehta and Malla Reddy in India. Recent discussions with Edith van Walsum (ETC) and July Leesberg (IAC) have contributed to a deeper examination of the concept of accountability.

References

Chandy KT, Laban P, Mevis R, van Walsum E. 1993. Matching poverty alleviation with sustainable land use. Program Evaluation India. Program Evaluation 44. The Hague, The Netherlands: ICCO/DGID.

Compaoré A. 1991. Contribution de la foresterie communautaire dans l'approche gestion des terroirs. Paper presented at the FAO Atelier régional sur les micro réalisations dans l'approche Gestion des Terroirs, 20—28 October 1991, Ouahiagouya, Burkina Faso.

Groupe de recherche et d'appui à l'autopromotion paysanne (GRAAP). 1982. Towards teaching self development. Bobo-Dioulasso, Burkina Faso: GRAAP.

Gueye I, Laban P. 1994. Intervention approaches; from woodlots to integrated village land management in West Africa. *In* Local level institutional development for sustainable land use (Bakema RJ, ed.). Bulletin 331. Amsterdam, The Netherlands: Royal Tropical Institute (KIT).

ILEIA. 1989. Participatory technology development. Proceedings of the ILEIA Workshop on Operational Approaches for PTD. Leusden, The Netherlands: ETC.

Kaboré C, Kaboré V, Laban P. 1987. Aménagement du terroir villageois et gestion de ses ressources forestières : MET/DE/Projet Bois de Villages. Document technique 20. Ouagadougou, Burkina Faso.

Laban P. Accountability in integrated village land management. *In* Proceedings, Conference on Local Management of Nature and Natural Resources in the National Context of Africa. Leiden, The Netherlands. (In preparation)

Okoth-Ogendo HWO. 1991. The role of land tenure and agrarian legislation in the design of local environmental management systems. Paper presented at the Symposium on Management Systems for Sustainable Agriculture in Sub-Saharan Africa, Royal Tropical Institute (KIT), 28 October—1 November 1991, Amsterdam, The Netherlands.

Openshaw K, Fernstein C. 1989. Fuelwood stumpage; financing renewable energy for the world's other half. Working Paper WSP 270. Washington DC, USA: Industry and Energy Department (EID), World Bank.

Programme national de gestion des terroirs (PNGT). 1991. Programme national de gestion des terroirs. Document du projet, phase 1.

Ouagadougou, Burkina Faso: Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage.

Röling NG, Engel PGH. 1991. Information technology from a knowledge system perspective: concepts and issues. *In* Proceedings of the European Seminar on Knowledge Management and Information Technology (Kuiper D, Röling NG, ed.). Wageningen, The Netherlands: Department of Extension Science, Wageningen Agricultural University.

Sypkens Smit MP. 1993. Insight, self-interest, and participation: the keys to improved local environmental management; an example from Senegambia. *In* Proceedings, Conference on Local Management of Nature and Natural Resources in the National Context of Africa. Leiden, The Netherlands. (In preparation)

Joint Forest Management

People's Institutions Provide a Sustainable Option

Raju, G
VIKSAT, Thaltej Tekra, Ahmedabad 380 054, India

Abstract

Policymakers in India set a high priority on agricultural development because of the country's predominantly agrarian economy. Agricultural development emphasizes so-called modern agricultural practices exemplified by the green revolution. Recent experience and reassessments question the sustainability of such strategies, which have neglected management of natural resources such as water and forests and often led to their degradation. Joint management strategies for natural resources have been gaining ascendancy since the beginning of the 1990s. Essentially, joint management strategies encourage partnership between rural communities and government departments for the development and utilization of natural resources. Primary research on joint management action indicates that such programs not only provide a sustainable livelihood option but can become profitable if resources are managed adequately. One spin-off is biodiversity conservation and utilization, which can improve living standards in rural communities. The process of natural resource management has seen the emergence of people's institutions. A number of policy issues have been raised to question the validity of the existing legal and bureaucratic framework that controls forest management. This paper focuses on strategies for joint management of forest resources. It is based on 18 months of systematic field research in three states of India. People's institutions (PIs), such as forest protection committees, have proved to be quite effective in managing forest resources. The response of forest departments ranges from supportive neutrality to increased control; they need to do better. PIs need support for adding value to and marketing forest produce. The paper identifies areas in policy, procedure, planning, and research that need concrete and immediate follow-up to sustain and support initiatives taken by these local organizations. Such joint management strategies can prove to be a viable option for sustainable livelihood and agriculture-oriented rural development.

Key words

Joint management, people's institutions, facilitation, empowerment, bottom-up policy, joint forest management.

Résumé

La cogestion des forêts : une option de caractère durable au crédit des institutions populaires

L'économie indienne reposant essentiellement sur l'agriculture, c'est au développement de ce secteur que les dirigeants se sont particulièrement attachés en mettant l'accent sur les pratiques dites "d'agriculture moderne", dont la Révolution verte fournit un exemple. L'expérience, et le bilan de situation récemment dressé, mettent en cause la durabilité de cette stratégie qui, peu soucieuse de la gestion des ressources naturelles telles que l'eau et les forêts, a le plus souvent conduit à leur dégradation. Depuis le début des années 90, les stratégies de cogestion des ressources naturelles gagnent du terrain ; il s'agit essentiellement de démarches favorisant le partenariat entre les collectivités rurales et l'administration, en matière de développement et de valorisation des ressources naturelles. La recherche initiale sur les opérations de cogestion montre que de tels programmes offrent non seulement une option durable en termes de moyens d'existence, mais peuvent également devenir rentables si les ressources naturelles sont bien gérées. Le respect et la valorisatien de la biodiversité constituent un autre volet susceptible d'assurer un certain niveau de vie aux collectivités rurales. Les institutions populaires font leur apparition dans le processus de gestion des ressources forestières. Un certain nombre de grandes options viennent mettre en cause la validité du cadre juridique et bureaucratique dans lequel s'exerce la gestion des forêts. Cette étude porte sur la stratégie de cogestion des ressources forestières, et se réfère à une recherche de terrain menée dans trois Etats indiens, sur une période d'un an et demi. Les institutions populaires, à savoir les comités de protection des forêts, se montrent parfaitement capables de gérer leurs forêts. Quant à l'attitude du service gouvernemental des forêts, elle va de la neutralité bienveillante à

un contrôle accru, ce qui semble insuffisant de sa part. Un appui doit être apporté aux institutions populaires en matière de valorisation et de commercialisation des ressources forestières. L'auteur identifie les domaines de politique, de procédures, de planification et de recherche devant faire l'objet d'un suivi concret et immédiat pour accompagner et aider ces institutions locales dans leur initiative. Enfin, l'auteur fait valoir que ce type de cogestion peut constituer une option durable, en termes de moyens d'existence, et offre des possibilités aux politiques de développement rural portant essentiellement sur l'agriculture.

Introduction

The Indian subcontinent is richly endowed with a vast variety of biological resources. However, since the mid-1940s, its population has more than doubled from 350 million to over 900 million, resulting in tremendous pressure on the resource base.

Studies conducted by Indian environmentalists over the last decade have clearly shown that the majority of people survive within a biomass-based subsistence economy, that is, on products obtained from plants and animals. Over the coming years, India's demand for food, firewood, fodder, building materials like timber and thatch, industrial raw materials and various such products will grow by leaps and bounds...

Almost half the industrial output comes from biomass-based industry and even industrial output will be seriously affected if biomass production cannot keep pace with the population growth. At the same time, to meet basic survival needs, firewood production must increase from a current production of 100 million tonnes to about 300 million tonnes and green fodder production from about 230 million tonnes to 780 million tonnes. (Agarwal, Narain 1989).

Until the 1970s the main preoccupation of Indian planners was to increase agricultural productivity. It led to the green revolution,which allowed agricultural production to keep pace with population growth. Output was increased by expanding the area under agriculture, thereby encroaching upon grasslands and forests. Industrial growth also had an adverse impact on biological resources (Sarabhai, Raju 1990).

The 1980s were marked by the crisis of biological resource shortage. Central and state governments responding by initiating programs on social forestry and wasteland development throughout the country. The National Wastelands Development Board was created in 1985 at the initiative of Prime Minister Rajiv Gandhi. A large-scale program was launched to afforest 100 million ha of wastelands by the turn of the century through people participation. However, a mission document on wasteland development states: "The overall result is that the wastelands development program has not progressed as well as expected" (Ministry of Environment and Forests, nd). Lack of people participation is listed among several reasons.

In response to favorable reviews of the pro-people approach, the national forest policy of 1988 stated that forest communities should be motivated to identify themselves with the development and protection of forests from which they derive benefits. In 1990 the Government of India announced the Joint Forest Management Programme, or JFM, to translate this policy into operational action.

Joint Forest Management

JFM is a forest management program conducted by the Indian Forest Department. It aims at the development and implementation of management plans, and forest protection and conservation with the active participation of local communities. Some salient features of the program are:

- Ownership of land remains with the Forest Department.
- Afforestation is planned jointly.
- Development activities are undertaken by the community.
- Forest protection is the responsibility of the community.
- Benefits of forest protection and regeneration are to be shared. For example, in the state of Gujarat, the community will receive 25% of the final harvest if the program is carried out with state government funding, or 80% if it is carried out without state government funding.
- The Forest Department and the community are bound by a legal agreement.

In many ways JFM is an admission on the part of the Forest Department that forests cannot be protected and managed without the involvement of local communities. To that extent JFM is a departure from past forest management practices. Lessons learned from past failures have to be incorporated into the JFM program.

Paradigm Shift in JFM

Traditional forest management practiced by the Forest Department has alienated forest communities from both the forest resource and the Forest Department. Under the guise of scientific forest management, forests have been destroyed eroding the base of livelihood of millions of forest dwellers. These strategies focused only on revenue generation through maximization of timber production.

All that was not commercial timber then was treated as weeds to be exterminated ruthlessly: anything that was not marketable was of no consequence! In this scheme of things, forest dwellers and their needs did not matter; wildlife did not matter; ecology did not matter. Non-wood products which were important in the life and livelihood of forest dwellers were treated as just by-products...

They [the communities], therefore, did not take any interest in forest protection; on the contrary, [they] abetted its destruction. This primary cause of destruction of tropical forests, i.e. inappropriate so-called scientific forest management, has been unfortunately missed! (Shah 1993)

To make joint management meaningful, forest management should shift

- from a strong central authority to community empowerment and authority sharing;
- from a narrow range of species with a commercial orientation to a diversity of species;
- toward a focus on nontimber forest produce (NTFP) that allows continuous harvest of usufructuary output;
- from a policing mode of forest protection to community involvement (Raju 1992).

Focus of Efforts in JFM

It was felt that some nongovernmental organizations (NGOs) should be involved to facilitate this shift in forest management. State forest departments and NGOs participated in a number of workshops, seminars, and meetings to discuss and formulate strategies to operationalize JFM. VIKSAT was actively involved in these efforts. How to fundamentally alter the attitudes and thinking of practicing foresters was a recurring concern. Reorientation and training programs were organized at various levels. In some states, institutional changes in the forest departments were also undertaken on the basis of analysis of ongoing work, and ecological and economic research (SPWD, nd).

However, the radical nature of the shift needed in forest management practices continues to challenge implementation of JFM. As a number of questions have been raised about the workability of JFM (Saxena 1992), the program could find guidelines in the self-initiated development and silent emergence of people's institutions.

People's Institutions in Forest Management

A major gain since the inception of the JFM program is the discovery of people's institutions (PIs), which manage forests on a scale that is noticeable in many parts of India (SPWD, nd). These PIs, also referred to as forest protection committees (FPCs), have existed for more than a decade prior to the new thinking on JFM.

An 18-month study was undertaken to understand the development of PIs (Raju et al 1993). It focused on how and why people initiated forest protection; the rules evolved by them to promote forest protection through people participation; and the lessons for policymakers, forest departments, NGOs, and others The study covered 20 FPCs across the states of West Bengal, Orissa, and Gujarat.

The FPCs covered by the study cited deforestation owing to commercial felling by forest departments and wood smuggling as the main reason for scarcity of forest produce. FPCs represent a form of protest against this phenomenon, which has inflicted serious losses on the communities. Lack of livelihood options in some parts has accentuated the effect of forest produce scarcity and prompted self-initiated forest protection to regenerate forests.

Consumptive Use Norms

FPCs strongly believe that the needs of the people must be met. Norms for consumptive use are the guiding principle for evolving rules and regulations to govern forest use. Some of these rules are:

- Right to fuelwood collection. FPCs permit fuelwood collection from dried twigs and fallen branches but they do not permit chopping of live trees. Variations include collection once a week or 1–2 times a year on specified days for the entire community
- Right to collect nonwood food products such as fruit, leaves, gum, tussar, vegetables, and oilseed.
- Right to cut trees for wood to make agricultural implements and construct houses. Members have to apply to the managing committee, which verifies the genuineness of the request and earmarks the trees to be cut. Some FPCs charge a token fee for a village development fund. Some FPCs have also evolved norms on the frequency of such requests and identified tree species for certain uses.
- No commercial sale of trees.
- Compulsory participation in forest protection. A common practice is to form relay groups of community members, known as *vara* in Gujarat, *thengapalli* in Orissa, and patrol in West Bengal.
- Levy of fines against erring members and forest offenders.

Concern for Biodiversity

Members of PIs have a deep concern for biodiversity in their forests as they use a range of forest produce from a large number of species. Edible flowers, fruit, leaves, roots, and mushrooms form a significant part of their diet. Some edible items are also sold in local markets to meet cash needs. Leaves of forest species are used to make leaf plates (*Shorea robusta* and *Butea monosperma*), mats (date palms), and raincoats (*ghomg*); stalks are used for making baskets and rope fiber. Medicinal plants are used by local people; for example, *kendu* leaves and *mahua* are important sources of income. To forest dwellers, nontimber forest products (NTFP) are a lifeline; they are usually collected for consumption, home use, and for sale. This vital link between people and forests is reflected in the traditions and customs of tribal groups (Raju et al 1993).

A study undertaken in West Bengal (Malhotra et al 1991) indicates that village communities derive a variety of benefits from regeneration of forests. Fruit, vegetables, leaves, mushrooms, tubers, honey, medicinal plants, natural pesticides, preservatives, and similar product s are derived from as many as 150 old plant species present in forests protected by FPCs or PIs.The mean annual income per PI is estimated at US$3500 from NTFP.

In the Malekpur and Abhapur villages where VIKSAT works, turnover from *mahua* (*Maduca indica*) and beedi leaves (*Diospyros melaroxylon*) grew six- and eight-fold, respectively. In 1992, 130 t of fuelwood from cutback and US$200 worth of fodder were obtained from forests under protection in Malekpur (Vaghela, Bhalani 1993).This success can be attributed to efficient protection resulting in copious forest regeneration. In 1994, a number of PIs in West Bengal are looking forward to harvest operations in their *sal* (*Shorea robusta*) forests.These results demonstrate that PIs view forests as a source of subsistence, livelihood, and profitability.

Salient Features of PIs

Driven by these needs and concerns, the PIs that have emerged have a character of their own. How they function is summarized by the TRAITS factors: transparency, rules, awareness, initiative and independence, tenure, satisfaction of needs. They make PIs a vibrant and viable institution for forest management (Raju et al 1993).

Transparency

Transparency is at two levels: within the FPC and at the FPC–forest department interface. Transparency is a

measure of openness, as perceived by the communities, about the functioning of the FPC, particularly how decisions are made, who makes them, and what decisions are made. The transparency factor becomes complicated when the FPC interacts closely with a forest department or NGO as the activity spectrum widens from mere protection to other developmental activities. Flow and handling of funds is a crucial element in the transactions between the FPC and external agency.

Rules

Self-imposed rules for utilization of forest produce and forest protection exist in all FPCs. Acceptance of rules by communities is easier when they are self-imposed.

Awareness

The communities show high awareness of not only their forest resources but also the rules governing forest produce utilization and forest protection. It was created through frequent meetings among members that ensured good communication within the FPC.

Initiative and Independence

Self-initiated FPCs have been more effective in forest protection and they do not depend on external agencies for support.

Tenure

FPCs strongly feel that the regenerated forest is theirs, though they are aware that the forest as such belongs to the state. They contend that forest regeneration is the result of their protection efforts and therefore have a strong sense of ownership.

Satisfaction of Needs

The FPCs firmly believe that the forest is meant to fulfill their basic needs. This is the underlying principle that governs evolution of rules. The degree of satisfaction of communal needs is a good indicator of an FPC's well-being.

Federations of PIs

PI federations have emerged in Orissa and Gujarat in response to the need felt by PIs to unite their efforts. These federations or associations play a key role in resolving intervillage and intravillage conflicts, which arise especially when an open access forest resource is brought under protection by a PI, causing a change in forest use, which affects village subgroups and neighboring communities. As PIs gain confidence they also begin to federate and undertake NTFP collection and processing.

PI federations also seek representation on decision making forums for a meaningful partnership with state forest departments.

JFM and People's Institutions

A close analysis of JFM as envisaged by government bodies compared with field realities perceived by PIs reveal a great mismatch (Table 1) (Raju et al 1993).

Table 1. Differences between the official view of forest management and field realities in India.

Official view	Field realities
• On FPCs	
Recognition dependent on forest department	Independent entity; registration is a matter of people's choice
Mainly has a forest protection role	Role includes different facets of forest management
• On JFM	
Forest department is central to JFM Forest focus	FPC is central to JFM People and community focus
Decision making by forest department	Need for increased decision making by FPC
Forest department retains authority but responds to FPC's needs	Empowerment and authority to FPC so that dependence on forest department is reduced
• On planning	
Forest department continues to plan, in consultation with people	FPC takes on planning in consultation with forest department
Working plan or scheme approach	Need for flexibility; no rigid plan to serve as the framework
Emphasis on harvest cycles	Continuous harvest of NTFP and small timber
NTFP still secondary to timber	Focus on NTFP
• On NTFP trade	
Government corporations and agencies are doing a good job	FPC would like to control NTFP trade in the long run
• On FPC growth and development	
Structured by official policy and procedure	Evolves according to local needs and circumstances

According to the official view, forest departments are central to JFM programs and they should continue to play a dominant role in decision making and retain their authority in matters concerning forest management. Forests rather than community remain the focus of forest departments; the role of communities is confined to forest protection while the forest department retains control over the rest of forest management. Forest departments still dominate the planning process, with some consultation of the communities. The working plan or scheme approach of the past still continues to dominate thinking among forest departments. Importance given to NTFP does not differ substantially from the past. Government corporations and agencies still hold a monopoly over NTFP trade. Growth and development of FPCs can still be structured by official policy and procedures. The field realities of community-centered forest protection and management offer a completely different picture (Table 1).

Based on field realities, FPCs are seen as independent entities. The question of registration is decided by the people, depending on local circumstances. As FPCs are considered central to JFM, empowerment of and authority to FPCs are logical consequences. The role of FPCs should extend beyond forest protection and include different facets of forest management; the extent of this role is often determined by the capacity of the FPC. The focus of JFM shifts away from forest to people and from timber to NTFP. Hence a different and flexible working plan or scheme is needed to allow continuous harvest of forest produce,

Table 2: Amendment of rules of the Joint Forest Management Programme in India.

Function	Current	Suggested
Constitution of FPC	Government provides framework	Leave it to people's choice
Constitution of executive committee	Government provides framework	Leave it to people's choice
Registration of FPC	Specified by government	Let people decide when and in what form to register
Land allotment provide map and certificate	Allotment as government RF or PF[a] land	Allot land as village forest under Section 28,[b]
Responsibility of FPC	Mainly forest protection	Forest protection and some management role
Authority to fine offenders	Vested with forest department	
Right to harvest	As per working scheme	Allow decisions on consumptive use by FPC; waive royalty
Benefit sharing	25% of net benefits to FPCs in Gujarat and West. Bengal	At least 60% of gross benefits for FPC
Funds for afforestation and development	Provision of funds, but according to microplan prepared by forest department	Based on agreed plan to be jointly signed by forest department; need for joint FPC–forest department accounts for utilization of funds

a. Reserve forest or protected forest. *b. Section 28 of the India Forest Act, 1927.*

including small timber. The FPCs aim to control NTFP trade in the long run, by weaning themselves away from government corporations. FPCs evolve in response to local needs and circumstances and cannot be structured by government policies and procedures. The management of FPCs is best left to the people without interference from government representatives.

Strengthening People's Institutions

Both the social forestry and the wasteland development programs, which were initiated on a large scale by government thrust, have failed to gain people's participation. The main question today is whether JFM will go the same way.

The answer is sought in the functioning of people's institutions. Several forest communities have responded to the growing crisis of deforestation by organizing themselves into people's institutions. They have demonstrated their capability in not only regenerating forests, but in managing them and sustaining their livelihood. They have achieved this at virtually no cost to the government. Their organization offers guidelines on how government policies can reinforce their initiatives. However, current government policies are at variance with field realities.

A framework for amending government policies is suggested (Table 2; it will considerably strengthen people's institutions (Raju et al 1993).

The JFM program should move away from a forest department focus toward a PI focus. Forest departments should serve as facilitators rather than controllers. PIs should be empowered and granted sufficient space for growth.

The concept of people participation was originally envisioned by Jawaharlal Nehru. This quotation neatly summarizes it in his own words:

It is necessary to plan, to direct, to organize and to coordinate, but it is even more necessary to create conditions in which a spontaneous growth from below is possible...I think the people themselves should be given the opportunity to think about what is good for them and thus they will affect our thinking as we affect their thinking. In this way, something much more living and integrated is produced, something in which there is a sense of intimate partnership—not in the doing of the job but in the making of the job and thinking of the job.

References

Agarwal A, Narain S (eds.). 1989. The state of India's environment. The Second Citizens Report. New Delhi, India: Centre for Science and Environment.

Malhotra KC et al. 1991. Role of nontimber forest produce in village economy: a household survey in Jamboni Range, Midnapore District, West Bengal. Calcutta, India: Indian Institute of Bio Social Research and Development.

Ministry of Environment and Forest, Government of India. Nd. National Mission on Wastelands Development. New Delhi, India: Ministry of Environment and Forest.

Raju G. 1992. Joint management strategies: sowing seeds of hope in the commons. Paper presented at the Conference of the International Association for the Study of Common Property Resources, Washington DC, USA.

Raju G et al. 1993. Development of people's institutions for management of forests. Ahmedabad, India: VIKSAT.

Sarabhai KV, Raju G. 1990. Buffer zone restoration in India: issues and approaches. Ahmedabad, India: VIKSAT.

Saxena NC. 1992. Joint forest management: a new development bandwagon in India. Rural Development Forestry Network Paper 14d. Overseas Development Institute.

Shah SA. 1993. Why are tropical forests being destroyed? Wasteland News (Feb– Apr 1993). New Delhi, India: Society for Promotion of Wastelands Development.

Society for Promotion of Wastelands Development (SPWD). Nd. Joint forest management: concepts and opportunities. New Delhi, India: SPWD.

Vaghela R, Bhalani D. 1993. Management options for regenerating forests. Ahmedabad, India: VIKSAT.

Improving Oregon's Natural Resources: Collaborative Learning, Systems Approaches, and Participatory Action Research

William, Ray D; Lev, Larry; Conway, Flaxen; Deboodt, Tim; Hathaway, Ron; Todd, Rodney; Smith, Fred
Oregon State University ALS 4017, Corvallis, Oregon 97331, USA

Abstract
Success with interactive learning and systems approaches has begun to improve inquiry, ownership, and resolution of natural-resource issues in Oregon. Improvements occur because diverse groups meet together, explore common interests, develop trust, and create consensus actions. Systems thinking and relational diagrams can help groups deal with natural-resource complexity; they help people recognize and target different levels within a hierarchy such as farm systems, community systems, and/or watershed systems. Examples provided include diverse participants targeting public-land management, various user groups along a river sharing common concerns and interests, rural communities planning interactively for the future, and timber-dependent communities participating collaboratively. We provide insights on possibilities rather than a cookbook of what is essential. Although this paper focuses on natural-resource issues, the process is really about people and human ecology. Our dominant inquiry and action process blends components from several systems approaches depending on the natural-resource issue, the group, and the opportunities for improvement. Our dominant metaphor is learning. Our mode of action is collaboration and citizen ownership of both process and results.

Key words
Learning, systems thinking, participatory action research, discovery, diversity, facilitation, listening, interaction, collaboration, trust.

Résumé
Amélioration des ressources naturelles de l'Oregon : formation interactive, approches systémiques et recherche participative.
La formation interactive et l'approche systémique ont commencé à améliorer l'étude, la propriété et la résolution des problèmes de ressources naturelles en Oregon. Ces progrès ont pu être réalisés grâce à la collaboration entre groupes qui se rencontrent, étudient des questions d'intérêt commun, développent une confiance réciproque et préparent des actions d'un commun accord. L'approche systémique et les schémas relationnels peuvent aider les groupes à se confronter à la complexité des ressources naturelles ; ils favorisent l'identification et le repérage du niveau d'intervention à l'intérieur d'une hiérarchie telle que les systèmes de production, les systèmes communautaires et/ou les systèmes d'exploitation de l'eau. Les exemples donnés illustrent comment certains groupes gèrent les terres publiques : plusieurs groupes d'exploitants le long d'un fleuve partageant des intérêts communs, des collectivités rurales élaborant des programmes en commun pour l'avenir et des communautés forestières agissant en collaboration. Nous présentons un aperçu des possibilités offertes plutôt qu'un manuel d'instructions sur les choses à faire. Bien que ce rapport aborde les questions des ressources naturelles, son intention est d'analyser les aspects humains et l'écologie humaine. Notre principale enquête et action associe des données issues de plusieurs approches systémiques, dépendant des ressources naturelles, du groupe et des possibilités d'amélioration. Notre devise est "apprendre". Notre mode d'action est la collaboration et la propriété publique des procédés et des résultats.

Oregon is a natural-resource paradise with oceans, mountains, high deserts, forests, dryland and irrigated agriculture, and urban networks. Oregonians are divided in their response to many environmental topics. Issues include logging and saving owls; rural communities, stewardship, and economics; regulatory compliance and better ways to regulate; or whole river systems and diverse water-user groups. Each situation must be understood as a set of complex, interactive systems. Views and values must mix with facts to trace interrelationships between social, economic, and bioecological systems. Five years ago we began to focus on ways to improve these complex, value-laden opportunities. This paper shares key elements of our

experience in interactive learning, systems approaches, and ways to extend ownership of both process and results to citizens. Specific successes and the learning and action process using systems thinking are considered separately. We share these insights and experiences with the expectation that critical concepts and methods may be more important than specific results, regardless of world location. As others have noted (Block 1993; Chambers 1992), the formalization of ideas and experiences into rigid recipes may defeat the collaborative, participatory approaches they are intended to foster.

Interactive Learning/Systems Approaches

Numerous interactive, facilitated learning, and/or systems approaches are available (Table 1). Fundamentally, each approach shares three basic steps (Figure 1) (Schmuck, Runkel 1985), although the names and number of steps differ. We follow this approach and add to it, as needed, to facilitate collaborative learning and action among diverse individuals or groups. Participatory action research enhances discovery, explores common interests, and can lead towards broad improvements through an iterative process that focuses on learning. Systems thinking reveals patterns, adds relationships, explores insights, and moves our thinking towards synthesis at the next scale of hierarchical complexity. Crop information, for example, is synthesized into nutrient, water, energy, or succession cycles, farmers and timber workers consider community issues, and residents consider water issues and interactive relationships within entire river basins.

Situation (What Is)

People often express skepticism about collaborative learning among citizens who differ in their views, perceptions, and preferences towards natural-resource management. The alternative may be worse. It is our experience that individuals and/or groups who are not

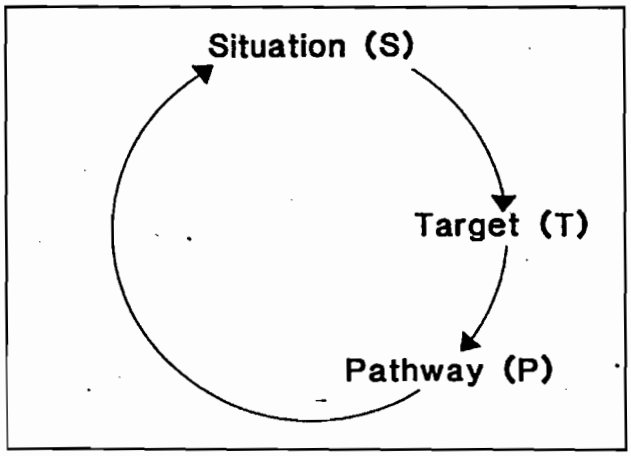


Figure 1. The three basic steps of interactive learning/systems approaches.

Table 1. Participatory approaches for complex, value-laden situations or 'wicked' and/or messy problems.

Approach	Purpose	Reference
Coordinated resource management planning (CRMP)	Ranchers and agency people (Bureau of Land Management/USFS) agree in managing livestock, wildlife, and forest/range habitat.	Anderson, Baum 1988
Negotiation, conflict resolution (interest-based problem solving)	Search for common interests, develop best alternatives to negotiated agreement (BATNA), and seek win/win improvements and consensus.	Levritz 1987; Fisher, Ury 1981; Doyle, Straus 1976
Farming systems research and extension (FSRE)	Interdisciplinary (agronomy, sociology, and economics) and interactive approach with farmers to diagnose, design, test, and extend.	Caldwell 1987; many others
Total quality management (TQM)	Improve customer service, quality of goods . and services, and involve people in the entire process	Crosby 1980; Demming 1982
Particlpatory problem solving, organizational learning, and strategic assumption surfacing and testing (SAST)	Participants represent diverse viewpoints, challenge assumptions, and work towards consensus.	Senge 1990; Whyte 1991; Weisbord 1987; Mason, Mitroff 1981
Interactive or transactive planning	Particlpatory planning process involving learning, adaptation, and constant search for improvement.	Friedmann 1987
'Hard' systems	Systems thinking and practice to optimize complex systems and achieve desired results.	Bertalanffy 1975; Vickers 1968; Ackoff 1974; Churchman 1971
'Soft' systems	Participatory approach where interested persons share diverse values/beliefs, focus on consensus to improve complex situations, and use systems pictures/diagrams to see alternatives.	Checkland 1981; Checkland, Scholes 1990
Critical systems heuristics	Participatory approach with regulatory or other control agencies where 'what is' and 'what ought to be' are explored.	Ulrich 1983
Total systems intervention (TSI)	Participatory approaches involving a dominant systems methodology linked with one or more supplemental approaches designed to improve complex, value-laden situations.	Flood, Jackson 1991

invited will sabotage the process, including potential actions. Eventually, groups who choose to litigate rather than collaborate may find themselves isolated on the extreme fringe. The alternative we are practicing encourages discovery of common ground between 'former enemies'.

Initially, we focus on the existing situation or concerns and perceptions of a particular natural-resource issue. We encourage listening, respect, and postponement of judgement while exploring common interests and different world views. Sometimes we aid discovery of personal learning and action style preferences among participants by providing learning or behavioral inventories (Kolb 1984; Myers, McCaulley 1985). Often we ask groups to examine what the 'other' group might think about them. In farmer-scientist focus sessions (FSFS), educators listen to the first half of the event as farmers share concerns and insights into the situation (Lev et al 1993). We encourage conversation and defer judgement until the analysis phase.

Interactive techniques include mind maps (Buzan 1983), drawing relational diagrams on flip charts (Checkland, Scholes 1990), and/or asking participants to list items on cards for arranging in groups on a wall (VanGundy 1988). We are at present inventing a mind matrix technique whereby ownership and conversation become explicit by listing items on both sides of the matrix, assigning individual values on a scale from 1 to 10, and discussing topics of greatest discrepancy. In each case, themes and relationships are identified for greater examination in the next step of the learning and action process.

Targeting (What Ought to Be)

Groups we have facilitated struggle the most in developing strategic goals and future visions. They prefer to focus on a problem, develop a quick fix, and move on. As an alternative, we brainstorm a wide range of ideas and improvements, we postpone snap judgements, we search for common interests, and we work together to develop goals that are acceptable to everyone. Areas of agreement gain our immediate attention whereas differences are recorded for future consideration. Goal statements often focus on overarching improvements such as 'affordable housing' rather than cutting trees or saving owls. Specific techniques have included brainstorming, brainpool, snow cards, reporting in the year 2005, and many others (VanGundys 1988).

Recognition of systems patterns (Senge 1990) as a form of relational thinking can be combined with systematic approaches to improve interactive learning and action greatly. Patterns or archetypes help people focus on complex opportunities through comparisons with their own experience. Each pattern provides suggested leverage points based on similarities between seemingly unrelated systems (*eg*, economic, ecological, social, business). These simple diagrams enable people to start thinking relationally in 20 to 30 min, while fostering explicit discussion.

We have explored various systems methods (Table 1) and Flood's and Jackson's (1991) approach of classifying situations into a matrix by problem contexts (simple or complex) and relationships between participants (unitary, pluralist, or coercive) have proven the most useful. We choose a relevant and dominant methodology, then supplement it with components or steps of other approaches. Many natural-resource issues in our state fit the complex/coercive box with a prison metaphor (Flood, Jackson 1991). Flood and Jackson (1991) indicate that no single method adequately addresses these sorts of issue. We blend multiple systems approaches to fill this void. Our vision seeks to turn coercive situations into mutual learning and action opportunities; this means changing the situations into positive win/win learning opportunities.

Pathway (How to Get There)

As mentioned previously, many people demonstrate a strong desire to rush towards a solution or quick fix. In this analytical phase, we believe it is important to develop and explore multiple alternatives very quickly. We develop diverse criteria (economic, personal values, social, environmental, ecological) and examine a range of consequences for each alternative.

Systems pictures or diagrams of several alternatives often help groups or individuals recognize and deal with the complexity of natural-resource issues. An understanding of hierarchy, feedback or feedforward loops, and input/output relationships guides learning and action. Again, we ask participants to identify the various stakeholders and to consider their respective views. Groups often combine the best elements from individual alternatives. As consensus develops, groups or individuals take ownership. This greatly enhances implementation. As with all systems approaches, monitoring and evaluation are designed into the iterative action process.

Successes

Discovery Sessions: Diverse Users within a River System

Farmers, fishers, urban dwellers, wildlife experts, foresters, and many other people use water and share concerns along the Klamath river. Threatened and/or endangered species seek to coexist with direct or indirect water uses that provide a livelihood for various groups within the entire river system.

Discovery or listening sessions were organized by the university faculty. Mind maps were drawn at each meeting and were shared, by permission, between all groups. After years of proactive positioning, discovery and awareness of the situation has begun to be evident. Local citizens are organizing a basin-wide partnership with educational facilitation by the university faculty.

Diverse Participants Target Public-Land Management

Ranchers in central Oregon concluded that a better way of developing management decisions and actions was

needed for public lands. Officials of the Bureau of Land Management and of the Forest Service were overwhelmed with paperwork and appeals, and resource management on public lands was often postponed.

Representatives from these groups convened an exploratory session with recreationists, hunters, environmental activists, Oregon Department of Fish and Wildlife, land owners, and other interested persons to achieve positive management on the ground. The group decided at that meeting to act together on issues of agreement and to develop a better understanding of those issues on which consensus was not shared. Over 30 people representing 20 organizations and agencies now attend quarterly meetings.

An important early achievement was the development of a goal statement: "The purpose of the Central Oregon Land Issues Forum (CO-LIFE) is to find opportunities through consensus building among various interest groups for the enhancement of our natural resources (soil, water, and vegetation) regardless of land ownership so that the products of those resources, water quality and quantity, wildlife, recreation, livestock and wilderness can be sustained for present and future generations."

As a result, three major activities have been sponsored by CO-LIFE. coordinated resource management plans (CRMPs) are being developed for two different ranches and their associated public-land allotments. Both plans recognize the importance of maintaining the economic viability of the ranching operation. One plan deals with sage grouse habitat and deer winter range. The other plan deals with watershed restoration. These two plans encompass approximately 700 000 ha. The third activity is an effort to develop a framework for resource decisions made by the group, recognizing special resource needs over thousands of square kilometers.

Rural Communities Plan Interactively for the Future

Rural communities are experiencing rapid demographic and economic change. Coping with these changes increases stress on governments already operating with reduced staff and budgets, while citizens remain confused about the emerging community character.

A small team of university faculty and leaders from other communities commit three to four full days to interview and learn about local citizen concerns, interests, and ideas for improvement (situation). A group brainstorming process blends team ideas with citizen ideas (target). Citizens and local leaders recognize the value of their ideas and begin to take ownership.

Action pathways by local government and citizens follow. A waste water treatment plant is privatized. A city planner is put on the payroll. The police department is computerized. A visioning committee is formed and minority members are appointed. Downtown buildings are painted and trees are planted. A waterfront is converted to retail shops. The city council meets at the public school. Rural and urban citizens begin to recognize connections between natural resource livelihoods and community issues; their sense of ownership fosters discussion of interrelationships at the next scale of systems inquiry.

Timber-Dependent Communities Interact Collaboratively

Coos Bay citizens (20 000) have experienced a rapid decline in timber harvests and production. Unemployment, high-school delinquency, and drug and alcohol abuse have increased dramatically. When most community support agencies could not agree on the 'best' approach, the school district invited Oregon State University faculty to (a) develop a collaborative effort with partners from the school district and various local agencies that provide services to children and families at risk, and (b) create a centralized location to deliver integrated services that address the emotional and economic hardship/transition felt by timber-dependent families and students.

The Bay Area Youth Coordinated Task Force, a coalition of 20 agencies, was created to focus on the needs of timber-dependent families and communities in transition. Partners included teachers, mental and physical providers, parent educators, and others. The systems diagram shown in Figure 2 displays current actions, outcomes, and relationships.

Twelve Things We Have Learned

Both the process (STP) and examples we have described represent learning and action within larger and more complex spheres of inquiry. We have been fascinated by the energy and enthusiasm that groups devote to the exploration of these issues when nudged by facilitators and provided with a rudimentary knowledge of systems thinking. Our scholarship continues as we explore participatory rural appraisal techniques (Chambers 1992) along with our own adaptations or inventions (Lev et al 1993; Lev 1994). Other exploratory examples include participatory design of farmer-managed trials, facilitation and systems integration of social science and agricultural students, farmers and regulators, environmental advocacy/consumer groups, and agriculturists.

As we have wrestled with complexity, diversity, natural-resource issues, and people, we have learned or discovered 12 things that work when putting systems thinking into action.

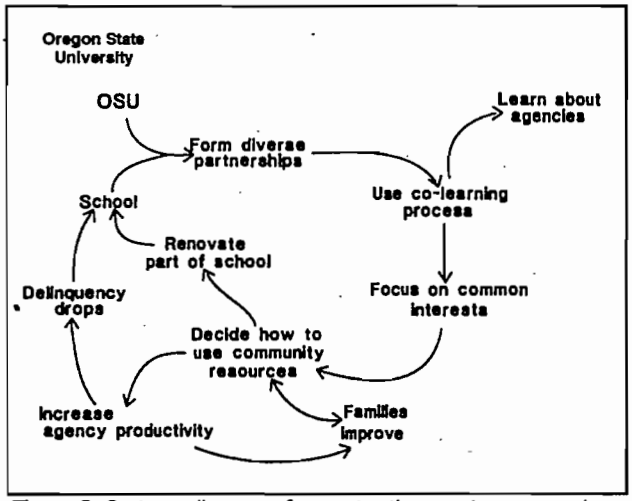


Figure 2. Systems diagram of current actions, outcomes, and relationships.

- Respect diverse people, values, ideas, and approaches.
- Listen and learn.
- Postpone judgement; consider multiple alternatives.
- Draw pictures; blend visual and verbal communication.
- Practice inclusive thinking rather than exclusive practice.
- Think relationally and sequentially.
- Promote success by going slow at the start.
- Build trust as an important step towards working together.
- Discover and invent increases to ownership by participants.
- Share visions and action results for fundamental improvements.
- Tell stories to communicate emotion, feelings, and reality.
- Appreciate the power of collaborative learning as it spreads and grows through exposure.

References

Ackoff RL. 1974. Redesigning the future. New York, USA: Wiley.

Anderson EW, Baum RC. 1988. How to do coordinated resource management planning. Journal of Soil and Water Conservation 43:216–220.

von Bertalanffy L. 1975. Perspectives on general systems theory. New York, USA: Braziller.

Block P. 1993. Stewardship. San Francisco, California, USA: Berrett-Koehler.

Buzan T. 1983. Use both sides of your brain. Dutton, New York, USA: Penguin.

Caldwell John. 1987. An overview of farming systems research and development: origins, applications and issues. *In* Food policy (Gittinger J, Leslie J, Hoisington C). Baltimore, Maryland, USA: Johns Hopkins Press.

Chambers R. 1992. Rural appraisal: rapid, relaxed, and participatory. DP 311. Brighton, UK:Institute of Development Studies, University of Sussex.

Checkland P. 1981. Systems thinking: systems practice. New York, USA: J. Wiley & Sons.

Checkland P, Scholes J. 1990. Soft systems methodology in action. New York, USA: J. Wiley & Sons.

Churchman CW. 1971. The design of inquiry systems. New York, USA: Basic Books.

Crosby PB. 1980. Quality is free. New York, USA: Mentor.

Demming W. Edwards. 1982. Out of the crises. Cambridge, Massachussets, USA: MIT Press.

Doyle M, Straus D. 1976. How to make meetings work. New York, USA: The Beverly Publishing Group.

Fisher R, Ury W. 1981. Getting to yes: negotiating agreement without giving in. New York, USA: Penguin Books.

Flood RL, Jackson MC. 1991. Creative problem solving: total systems intervention. New York, USA: J. Wiley & Sons

Friedmann J. 1987. Planning in the public domain. From knowledge to action. Princeton, USA: Princeton University Press.

Kolb D. 1984. Experiential learning: experience as the source of learning and development. Englewood Cliffs, New Jersey, USA: Prentice Hall.

Lev LS, McGrath D, Murray H, William RD. 1993. Organizing and conducting farmer-scientist focus sessions. Journal of Natural Resources and Life Sciences Education 22(2):148–152.

Lev LS. 1994. Rapid, interactive, and iterative posters. Electronic Journal of Extension. (In press)

Levritz L. 1987. No-fault negotiating. New York, USA: Warner Books.

Mason RO, Mitroff II. 1981. Challenging strategic planning assumptions. New York, USA: Wiley.

Myers IB, McCaulley MH. 1985. Manual: a guide to the development and use of the Myers-Briggs type indicator. Palo Alto, California, USA: Consulting Psychologists Press.

Schmuck RA, Runkel PJ. 1985. Handbook of organization development in schools. 3rd edition. Prospect Heights, Illinois, USA: Waveland Press.

Senge PM. 1990. The fifth discipline: the art and practice of the learning organization. New York, USA: Doubleday Dell Publishing Group.

Ulrich W. 1983. Critical heuristics of social planning. Berne, Switzerland: Haupt.

VanGundy AB. 1988. Techniques of structured problem solving. New York, USA: Van Nostrund Reinhold.

Vickers G. 1968. Value systems and social process. London, UK: Tavistock.

Weisbord MR. 1987. Productive workplaces: organizing and managing for dignity, meaning, and community. San Francisco, California, USA: Jossey-Bass.

Whyte WF (ed.). 1991. Participatory action research. Newbury Park, California, USA: Sage.

Energy Use in Crop Production on Danish Mixed Farms: Systemic Modelling of Data from Farm Studies

Halberg Niels[1]; Kristensen Erik Steen[1]; Refsgaard Karen[2]

[1]National Institute of Animal Science, PO Box 39, DK-8830 Tjele, Denmark

[2]Department of Economics and Social Sciences, Agricultural University of Norway, Norway

Abstract

The difficulties of balancing agricultural production methods against environmental concerns cannot be overcome by focusing only on single activities of livestock farming and on experimental knowledge, because interactions exist between herds and crops and between the production system and the manager. An alternative method, based on studies undertaken on private farms, is proposed for evaluation of the effects of production intensity on pollution and resource efficiency. Energy use and yields of grain and grass clover crops registered for conventional and organic mixed-dairy farms were analyzed in order to model energy efficiency in different production systems on different Danish soil types. The energy efficiency was highest for organic crops on all soil types; the smallest difference was found for irrigated sandy soils. Yields were highest for conventional crops receiving large, indirect inputs of energy from fertilizers. The yield response was not sufficient to provide the same energy efficiency as organic crops. Combined with an earlier analysis of nitrogen surplus and efficiency on the same farms, the results indicate that highly efficient use of both nitrogen and energy can be achieved by reducing the intensity of production in mixed-dairy farming. The need to include the farmers' value orientation in the farming systems analysis is discussed.

Résumé

La consommation d'énergie en production agricole dans des exploitation mixtes du Danemark : modélisation systémique d'informations issues d'enquêtes en exploitations

Les problèmes d'équilibre entre les méthodes de production agricole et l'environnement ne peuvent pas être résolus en se concentrant uniquement sur l'élevage et les connaissances expérimentales, à cause de l'interaction entre les cultures et les animaux et entre le système de production et sa gestion. Une autre méthode, basée sur l'étude d'exploitations privées, est proposée pour évaluer les effets de l'intensité de la production sur la pollution et le rendement. L'analyse de la consommation d'énergie, du rendement des cultures céréalières et de la culture du trèfle, réalisée dans des fermes laitières mixtes qui utilisent des engrais biologiques et conventionnels, a permis de modéliser le rapport production/consommation d'énergie dans différents systèmes de production et sur différents types de terres au Danemark. Le rapport production/consommation d'énergie était supérieur pour les cultures biologiques sur tous les types de sols, avec une petite différence sur les sols sableux irrigués. Le rendement était supérieur pour les cultures classiques qui recevaient une grande quantité d'énergie indirecte par l'intermédiaire des engrais. Le rendement était néanmoins insuffisant pour que le rapport production/consommation d'énergie soit équivalent à celui des cultures biologiques. Ces résultats, comparés à ceux d'une analyse précédente réalisée dans les mêmes fermes sur le surplus et l'efficacité de l'azote, ont montré qu'on peut obtenir un bon rapport production/consommation de l'énergie et de l'azote en réduisant l'intensité de la production dans les fermes laitières mixtes. Ce document conclut sur le besoin d'inclure les valeurs personnelles des exploitants agricoles dans l'analyse des systèmes de production.

Key words

Dairy farms, energy use, farm studies, interactions, manager, organic farming, production intensity, systemic modelling.

Introduction

The two-sided situation of European agriculture, with overproduction on one hand and problems related to the effects of intensive agriculture on the other, calls for solutions that take into consideration noneconomic values associated with farming. Examples are the extent of pollution from nutrient loss and CO_2 emission, and the effects on wild flora and fauna, and landscape aesthetics. The issue has been discussed from two different perspec-

tives of agricultural development: (a) separation and intensification, and (b) integration and extensification (Weinschenk 1986; de Wit et al 1987). The question is whether the problems are best solved by (a) allowing further intensification of production in the most competitive areas and accepting the marginalization of large areas with the poorest agricultural conditions, thereby creating ecological refuges and allowing extensive use of land, or (b) attempting to limit production by promoting generally less intensive farming systems, which could ease environmental concern and secure the survival of agriculture in less endowed regions also.

We believe there is a great need to study ways of balancing production and economy against environmental concerns and use of resources in livestock farming systems. This, however, cannot be done with experimental knowledge alone. The nitrogen (N) loss, for example, from mixed farms having both animal and crop production cannot be attributed to single activities such as fertilization or feeding practices, because of interactions between animal and crop production, and between the production system and the manager (Bacon et al 1989; Halberg et al 1994a). Analysis of N loss for 30 Danish mixed-dairy farms (Halberg et al 1994a) revealed significant differences between organic and conventional farms. The main explanations given for the lower N surplus and higher N efficiency on organic farms concerned the lower stocking rate and better N utilization by crops due to lower fertilization levels and yields. It was concluded that substantial reductions in N loss on conventional mixed-dairy farms is unlikely if lower production intensities (yield/ha and/or stocking rate) are not considered. Efficiency of energy use is important because of the direct impact of CO_2 emission and the indirect impact of intensification of farm practices (Refsgaard, Halberg 1994). The intensity of N use affects both yield and N surplus (Halberg et al 1994a). The relationship between N input and product yield affects energy efficiency (kg product/MJ input). Therefore it is not obvious how energy efficiency would be influenced by a reduction in production intensity aiming at reducing N loss. The effects of changes in energy inputs to a system can best be assessed by establishing a model (Spedding, Walsingham 1975).

The purpose of this paper is (a) to demonstrate how studies conducted on private farms can be used to describe the interactions between livestock, crop production, and farm management, and identify possible ways to balance production against environmental aspects, and (b) to propose a method for generalizing results from farm studies.

Materials and Methods

Study Farms

Data were obtained from 30 private dairy farms affiliated to the Danish National Institute of Animal Science. The registration period occurred during the four year period from 1 May 1989 to 30 April 1993. All farms had dairy production as the main enterprise, but also produced grain. Fourteen farms met the Danish organic regulation prohibiting the use of chemically produced fertilizers and pesticides. Nonorganic fodder, only of Danish production, was limited to 15% and animal manure was applied from maximum 1.4 livestock units (LU)/ha/year.

There were some differences regarding land type, crops, and cattle within the two main groups (*ie*, organic and conventional farming systems) (Table 1). While the average number of cows/farm was nearly identical, the organic farms had slightly more land, a higher proportion of Jersey cows, and little fattening bull calf production, hence the number of livestock units/ha was 40% greater on conventional farms compared with organic farms. The acreage of permanent pasture and grass clover in rotation was nearly identical for the two farming systems (conventional, 11%; organic, 13%). Acreage with fodder beets and whole-crop silage from small grains was higher on conventional farms, whereas the organic farms had more rotation grass clover including 9% alfalfa. The crops on the remaining area were different types of cereals (including about 10% winter cereals) and other cash crops such as potatoes and rapeseed. The total acreage of crops with a long growing season was 80–85% in both groups.

The goal of data collection was to describe the farms' flows of energy, nutrients, and money. Information was collected at farm level and at herd and crop levels. During biweekly visits, data were collected on fodder consumption (over a 24-hour period), stock assessments, farm purchases and sales, and crop inputs. Detailed descriptions of each farm's production system and yield for the working year were presented in yearly publications (Østergaard 1990; Østergaard 1991; Kristensen, Østergaard 1992; Kristensen 1993).

Calculation Methods

The use of energy in crop production and differences in yield between the systems were analyzed separately. The idea was to establish standard estimates of energy use and yield for crop production in organic and conventional dairy

Table 1. Some characteristics of the farms analyzed in the project.

Characteristic	Organic farm	Conventional farm
Number of farms	14	17
Distribution of:		
soil types (sandy + clay)	7 + 7	14 + 3
irrigation (yes + no)	6 + 8	9 + 8
cattle types (heavy + light)[a]	7 + 7	11 + 6
Area (ha)	71 (21–114)[b]	56 (25–85)
permanent pasture (%)	13 (1–32)	11 (4–51)
rotation grass/grass clover/alfalfa (%)	38 (25–55)	25 (14–60)
fodder beets (%)	4 (0–11)	10 (0–25)
whole-crop silage from small grains (%)	10 (1–18)	13 (2–49)
grain for harvest (%)	32 (15–50)	34 (16–53)
other cash crops (%)	4 (0–13)	7 (4–26)
Cows/farm	59 (28–111)	58 (36–94)
Livestock units[c]/ha	1.06 (0.8–1.5)	1.50 (1.27–2.26)

a. Heavy types: Danish Frisian, Danish Red or Red and White. Light types: Jersey.
b. Average (minimum–maximum).
c. 1 Livestock unit represents 1 dairy cow weighing approximately 550 kg.

farms on Danish soil types to facilitate modelling of energy efficiency in different production systems.

The indirect energy input from f.ex. fertilizers and pesticides was calculated for 1990 and 1991 on the basis of average consumption in relevant manufacturing firms (Refsgaard 1992). The direct energy input is related to actual use on the farms in 1990 and 1991. Individualized standard coefficients were used to distribute the total amount among the different farm enterprises according to registered operations (Refsgaard, Halberg 1994). The farm data were subsequently used to model energy use in conventional and organic grass clover and grain crops on clay and on sandy soils, with and without irrigation. The energy items were tested statistically for effects of system and soil type.

Crop yields for the four years were analyzed statistically to test the dependency of farming systems, soil types, and a regression variable expressing climatic factors, with one observation per crop and farm per year (Halberg et al 1994b). Farm- and crop-specific values of the regression variable were estimated using a crop growth model that simulated potential yields on each farm in each year. This method allows differences in water supply (precipitation and water retention capacity of the soil), temperature, and radiation between farms and years to be corrected (Halberg et al 1994b). Using the regression equations and simulated potential yields, organic and conventional crop yields were predicted for clay and for sandy soils, with and without irrigation. The energy efficiency was calculated as kg product (grain or feed units)/MJ input of energy.

Results

Using standard coefficients, farm requirements in diesel were calculated to be, on average, 47% greater than expected. Diesel consumption varied from 0% to 100% between farms, but there was no clear correlation with system or soil type. In the model, diesel consumption values for soil preparation, manuring, and other machine operations were therefore multiplied by a factor of 0.47. The corresponding figures are listed as 'diesel not accounted for' in Tables 2 and 3.

Organic grass clover crops received more manure than conventional crops, and a larger part was harvested for silage (Table 2). Conventional grass clover crops yielded more than organic crops, and diesel was used to spread fertilizer. Therefore, direct use of energy was almost equal in the two systems for the same soil type. Indirect use of energy in the form of fertilizers comprised 47—73% of total energy use for conventional grass and grass clover crops, and there was no significant difference in fertilizer level between soil types. Total energy use for conventional grass crops on clay and unirrigated sandy soils was three to four times higher than for organic crops. Electricity used for irrigation almost tripled the total energy use for organic crops on sandy soils. Because the yields were only 12% higher on irrigated than on unirrigated sand, the energy efficiency on irrigated sand was less then half that on unirrigated sand (Table 2). Conventational grass yields were approximately 15% higher than organic yields; the difference tended to be greated on irrigated sandy soils. Energy efficiency calculated as yield divided by input was higher for organic crops on all soil types, with the greatest difference being for crops grown on clay soils.

Diesel use per ha for grain crops grown in spring was higher than for grass due to the soil preparation technique and higher levels of manure supply (Table 3). The fertilizer supply for conventional grain crops was not significantly dependent on soil type. Fertilizer use was the main factor in the higher total energy consumption of conventional compared with organic grain crops. Though the yields were 700–1100 kg/ha (21–25%) higher for conventional grain than for organic grain, the energy efficiency was lower on all soil types, with the smallest difference being on irrigated sandy soils.

Discussion

Energy efficiency in crop production depended on farmer decisions concerning use of input and their effects on

Table 2. Estimated energy use (MJ/ha) and grass yield (FU/ha[3]) in organic and conventional rotation grass clover on three soil types.

	Sandy, no irrigation		Sandy, irrigation		Clay	
	Conventional	Organic	Conventional	Organic	Conventional	Organic
Energy (MJ/ha)						
electricity, irrigation, 142 mm			6218	6218		
diesel, manure[a]	301	427	301	427	301	427
diesel, harvest[b]	2007	1831	2316	2059	2260	2124
diesel not accounted for	1085	1061	1230	1169	1204	1199
sum (direct energy)	3393	3319	10065	9873	3765	3750
seeds	77	77	77	77	77	77
fertilizers (225 N, 16 P, 105 K)	9452		9452		9452	
pesticides	72		72		72	
sum (indirect energy)	9601	77	9601	77	9601	77
Total energy (MJ/ha)	12994	3396	19666	9950	13366	3828
Grass yield (FU/ha)[c]	6000	5200	7100	5900	6900	6100
Energy efficiency (FU of grass/MJ)	0.46	1.53	0.36	0.59	0.52	1.59

Sources: *Preliminary results based on modelling of collected data. Energy data: Refsgaard, Halberg 1994. Yield data: Halberg et al 1994b.*

a. Machine operations for composting and spreading of manure: conventional farms, 12 t/ha; organic farms, 17 t/ha.

b. Other machine operations including harvesting of 44% of conventional and 51% of organic grass clover and alfalfa yield.

c. Scandinavian feed units per ha.

Table 3. Estimated energy use (MJ/ha) and yields (kg/ha) of spring-sown grain in organic and conventional grain crops on three soil types.

	Sandy, no irrigation		Sandy, irrigation		Clay	
	Conventional	Organic	Conventional	Organic	Conventional	Organic
Energy (MJ/ha)						
electricity, irrigation, 60 mm			2628	2628		
electricity, drying 2%	246	195	318	239	311	239
diesel, manure[a]	853	795	853	795	853	795
diesel, other[b]	2410	2241	2410	2241		
diesel not accounted for	1534	1427	1534	1427	1534	1427
sum (direct energy)	5043	4658	7743	7330	5108	4702
seeds	358	459	358	459	358	459
fertilizers	3799		3799		3592	
pesticides	218		218		218	
sum (indirect energy)	4375	459	4375	459	4168	459
Total energy (MJ/ha)[c]	9418	5117	12118	7789	9276	5161
Grain yield (kg/ha)	3400	2700	4400	3300	4300	3300
Energy efficiency (kg of grain/MJ)	0.36	0.53	0.36	0.42	0.46	0.64

Sources: *Preliminary results based on modelling of collected data. Energy data: Refsgaard, Halberg 1994. Yield data: Halberg et al 1994b.*

a. Machine operations for composting and spreading of manure: conventional farms, 33 t/ha (95% slurry); organic farms, 25 t/ha (5% stable + 55% liquid manure).

b. Machine operations from ploughing to harvesting.

c. Diesel straw not included.

output. In conventional farms, a large part of the energy input was supplied indirectly by fertilizers. On clay and sandy soils regularly supplied with manure, the yield response was not sufficient to allow conventional farms the same energy efficiency as organic farms. Fertilizer levels varied between farms, and the average level of 93 kg of N/ha of spring-sown grain used in the model probably more than secured most of the crops against lack of N (Halberg et al 1994a). The level of fertilizer use (and hence indirect energy input) can be changed in the model, but the uncertainty of the N response curve must be considered. A large part of the energy input for organic crops came from handling of manure (including aerating slurry and composting dung).

Irrigation increased energy input equally for organic and conventional crops. However, as the yield increase on unirrigated sandy soils was higher for conventional crops, the difference in energy efficiency between systems was less on irrigated sandy soils. Halberg et al (1994b) found that the difference between organic and conventional grain yields was greater on irrigated sandy soils than on clay soils. The high potential yields on irrigated soils, assuming unlimited plant nutrient supply, were better utilized on conventional farms having access to mineral fertilizers including the micro nutrients that often are lacking in sandy soils.

As a large part of the diesel use was not accounted for—and the variation between farms was great—individual management may be feasible, for instance, consumption might be reduced by adjusting tractor engines or the speed of field operations. The statistical analysis showed a tendency towards a higher proportion of diesel not accounted for on clay soil farms. The standard values do not take into account the probably greater power requirement of soil preparation on the heavier clay soils compared with the sandy soils. These hypotheses require further investigation.

Though the calculations performed apply to a limited number of farms and years, standardization of energy use (Refsgaard, Halberg 1994) and crop yields (Halberg et al 1994b) allows the results to be generalized to other mixed-dairy farms if correcting for potential yield. The next step will be to model energy utilization in different milk production systems using the estimated energy budgets for crop production, the results of a similar analysis of milk yield (Kristensen 1993), and energy inputs (imported feed) and operations in the stable (Refsgaard et al 1994). This type of systemic modelling (Sørensen, Kristensen 1992) might be suitable for analyzing the interactions between herd and crop production on a mixed-dairy farm, and hence may facilitate generalization at farm level of detailed data gathered for a limited number of farms.

Farm unit N surplus—the potential loss of N from the farm—was analyzed for the same group of farms by Halberg et al (1994a). There were significant differences in the N surplus between conventional and organic farms (mean surplus: 242 kg N/ha versus 124 kg N/ha, respectively). The N surplus was correlated with the stocking rate, and increased by 117 and 33 kg N/ha per livestock unit on conventional and organic farms. Nitrogen input and surplus were correlated with yield, and both N input and yield influence energy efficiency. Moreover, for these parameters, there were interactions between herd and crop production. Therefore it is difficult to analyze relations between efficiency of N and energy utilization in dairy production from experimental knowledge alone. In this systems analysis, both energy efficiency and N surplus and efficiency were found to be linked with the intensity of production in terms of input and yield per hectare, and stocking rate. Therefore it is assumed that there is no fundamental contradiction in aims to reduce pollution and to increase overall N and energy efficiency in Danish dairy production by reducing input. Farming systems research might thus

contribute to an evaluation of different perspectives of agricultural development.

Halberg et al (1994a) believe that the rationality behind the current process of planning 'the optimum fertilizer application' is an important reason for the higher N surplus in conventional farming. The calculation method is theoretically reasonable, but there are many uncertainties attached to finding the correct N level for a given crop and to estimating plant-utilizable N supplied with manure and from soil N mineralization. Therefore, in practice, it becomes economically rational for risk-adverse farmers to over-apply manure and commercial fertilizer (Young et al 1985; Halberg et al 1994a). Moreover, it can be assumed that farmers differ in their reaction towards these uncertainties. The fact that N surplus and energy efficiency were very dependent on input and, thereby, on management, has two implications: Firstly these interactions make it necessary to include the farmer in the concept of the farm system—as is already recognized in research methodologies such as agroecosystems analysis (Conway 1987) and some forms of farming systems research (FSR) (Sands 1986; Bonnemaire 1993). Secondly, there is potential for finding solutions to the current problems among the existing variations in farming practice (van der Ploeg 1993). Atypical cases can be useful for highlighting neglected possibilities (Hägg, Hedlund 1978). Aiming at balancing intensity of production and economic competitiveness against the environmental concerns of organic farming might provide feasible, critical cases (Pimentel 1993).

If farming is recognized as being a human activity system, how do farmers' personal standards (value orientation) influence the choice of production methods and, thereby, affect noneconomic values of interest? Some sociological studies support the idea that differences in farmers' value orientations can explain differences in style of production and, hence, effects on the environment (van der Ploeg 1993; Sauget & Balent 1993). This provokes two questions:

- How do we separate the effect of the farmer's value orientation from the biological effects of the chosen production method when we want to generalize the results of farm studies?
- How can the value orientation of individual farmers be incorporated in a process to develop farming systems and practices that are more in accordance with the expectations of the rest of society?

These problems will be addressed by two research projects at the Danish National Institute of Animal Science. These were initiated by the Ministry of Agriculture in 1993 and will run until 1997. Because organic and conventional farms differ systematically in their use of pesticides, purchased fertilizer, and feedstuffs, the collected data will serve to model the effect of production intensity on environmental impact and economic performance. It is expected that sociological studies of the farmers' value orientations will help explain the large differences within the two groups (conventional and organic). There is a lack of methods for evaluating the environmental and complex noneconomic values of farming in relation to farm level economics. Therefore, an 'ethical' accounts system will be developed as a tool for facilitating an aggregated description of the many values attributed to a given production, and, consequently, dialogue between farmer, consumer, and researcher (Sørensen, Sandøe 1993). It is expected that the farmers will be able to use the ethical account as a strategic planning tool for turning the production system in a desired direction.

References

Bacon SC, Lanyon LE, Schlauder Jr, RM. 1990. Plant nutrient flow in the managed pathways of an intensive dairy farm. Agronomy Journal 82:755–761.

Bonnemaire J. 1993. The FSR/E approach and the European context: French experience in creating a research structure for agrarian systems and development. Paper presented at the First European Convention on Farming Systems Research/ Extension, November 1993, Edinburgh, UK.

Conway GR. 1987. The properties of Agroecosystems. Agricultural Systems 24:95–117.

Halberg N, Kristensen I Sillebak, Kristensen E Steen. 1994a. Nitrogen turnover on organic and conventional mixed farms. Journal of Environmental and Agricultural Ethics. (Submitted)

Halberg N, Kristensen I Sillebak, Kristensen E Steen. 1994b. Expected yield loss when converting to organic agriculture in Denmark. Presented at the seminar, Converting to organic agriculture, NJF, March 1994, Mikkeli, Finland. 14 pp.

Hägg I; Hedlund G. 1978. Case studies in social science research. Working paper no. 78-16. Brussels, Belgium: EIASM.

Kristensen T. 1993a. Produktionsresultater i konventionelt og økologisk drevne malkekvægsbesætninger. (Production in conventional and organic dairy herds). Pages 51–58 *in* Case studies in organic agriculture. (Kerner K, Kristensen E. Steen, eds.). Udredning no. 85. NJF.

Kristensen T (ed.). 1993b. Studier i kvægproduktionssystemer. (Studies in cattle production systems). Beretning 722. Denmark: National Institute of Animal Science. 147 pp.

Kristensen T, Østergaard V (eds.). 1992. Studier i kvægproduktionssystemer. (Studies in cattle production systems). Beretning 714. Denmark: National Institute of Animal Science. 215 pp.

Pimentel D. 1993. Economics and energetics of organic and conventional farming. Journal of Agricultural and Environmental Ethics 6:53–61.

van der Ploeg JD. 1993. Rural sociology and the new agrarian question. Sociologia Ruralis 33:240–260.

Refsgaard K. 1992. Grundlag for beregning af energiindsatsen ved fremstilling af hjælpestoffer på primær landbrugsbedriften. Calculation of energy use in manufacturing of inputs to dairy farms. Working paper. Tjele, Denmark: National Institute of Animal Science. pp. 38.

Refsgaard K, Halberg N. 1994. Energy efficiency in crop production on organic and conventional livestock farms. (In preparation)

Refsgaard K, Kristensen E Steen. 1994. Energy and resource efficiency in organic and conventional livestock production systems. (In preparation)

Sands DB. 1986. Farming systems research: clarification of terms and concepts. Experimental Agriculture 22:87–104

Sauget N, Balent G. 1993. The diversity of agricultural practices and landscape

dynamics: the case of a hill region in the southwest France. Pages 113–129 *in* Ecology and Agroecosystems (Bunce RGH, Ryszkowski L, Paoletti MG, eds.). Lewis.

Sørensen JT, Kristensen E Steen. 1992. Systemic modelling: a research methodology in livestock farming. Pages 45–57 *in* Global appraisal of livestock farming systems and study at their organizational levels (Gibon A, Matheron G, eds.). Luxembourg.

Sørensen JT, Sandøe P. 1993. An ethical account for a livestock farm: concept and perspective. Pages 374–376 *in* Proceedings of the VII

World Conference on Animal Production. Vol. 3. Edmonton, Alberta, Canada.

Spedding CRW, Walsingham JM. 1975. The production and use of energy in agriculture. Journal of Agricultural Economics 27:19–30.

Weinschenk G. 1986. Economic versus ecological farm policies (German with English summary). Agrarwirtschaft 321–327.

de Wit CT, Huisman H, Rabbinge R. 1987. Agriculture and its environment: are there other ways? Agricultural Systems 23:211–236.

Young CA, Crowder BM, Shortle JS, Alwang JR. 1985. Nutrient management on dairy farms in southeastern Pennsylvania. Journal of Soil and Water Conservation 40:443–445.

Østergaard V (ed.). 1990. Studier i kvægproduktionssystemer. (Studies in cattle production systems). Beretning 681. Tjele, Denmark: National Institute of Animal Science. 139 pp.

Østergaard V (ed.). 1991. Studier i kvægproduktionssystemer. (Studies in cattle production systems). Beretning 699. Tjele, Denmark: National Institute of Animal Science. 213 pp.

Landcare in Australia: Spawning New Models of Inquiry and Learning for Sustainability

Campbell, Andrew
INRA - URSAD, Centre de Recherches de Toulouse, BP 27, 31326 Castanet-Tolosan, France

Abstract
Modes of agricultural extension and research in Australia are undergoing rapid change in response to profound environmental, social, and economic challenges, and the emerging political momentum of sustainable development. This paper reviews the context in which these changes occur and describes several innovative projects and programs. These initiatives, which are participatory in nature, blur the distinctions between research and extension, generate new roles for professionals in agriculture, and have profound institutional implications.

Key words
Australia, Landcare, community participation, farmer-managed research, environmental education.

Résumé
Le programme australien "Landcare" : nouveaux modèles d'étude, et apprentissage de la notion de durabilité
La vulgarisation et la recherche agricoles en Australie subissent une rapide évolution face aux grands enjeux écologiques, sociaux et économiques et à la nouvelle impulsion politique du développement durable. L'auteur présente rapidement le contexte de cette évolution, et décrit plusieurs projets et programmes novateurs dans ce domaine. Ces initiatives, de nature participative, estompent les différences existant entre recherche et vulgarisation, et investissent les professionnels de l'agriculture d'un rôle nouveau impliquant d'importantes modifications institutionnelles.

Introduction

There has been a quiet revolution in land management research and extension in Australia over the past 10 years, particularly in the field of land conservation. This paper describes certain new models emerging in Australia for interaction between farmers and professionals working with them. It is beyond the scope of this paper to do more than introduce a small selection of initiatives. The projects and programs are explored in greater detail in other publications (Campbell 1994b, in press). The theoretical implications of these examples from the field are discussed in another paper presented at this conference (Campbell 1994a).

History and Some Environmental, Economic, and Social Imperatives

Australia is an ancient land but the history of European settlement in Australia is very short. A thumbnail sketch of the history of agricultural impact on the landscape until Federation in 1901 reveals a gradual exhaustion of soils in cropping areas and of perennial pastures in grazing regions owing to overgrazing, overcropping, and devastation by rabbits. Subsequent introduction of new wheat varieties, superphosphates, and dry fallow heralded new prosperity for wheat farmers, but it proved to be short-lived, as bare fallow and cultivation reduced soil organic matter and broke down soil structure. The erosion decades of the 1930s and 1940s spawned, for the first time, widespread community concern about land degradation and led to the establishment of soil conservation agencies by state governments. Improved pastures and crop varieties, clover—ley rotations, soil conservation works, and the apparently successful biological control of rabbits dramatically reduced erosion. The wool boom of the early 1950s saw a new golden era in which pastoral fortunes were made and consolidated, and agriculture became the mainstay of the Australian economy.

However, the long-term problems that have emerged over the past 40 years are more insidious and intractable. Various combinations of soil erosion, salinity, acidification, soil structure decline, waterlogging, and water repellency have affected a significant proportion of agricultural land; fresh water resources (groundwater and surface water) have been depleted and degraded; half of the tall and medium forests and about 35% of the woodlands have been cleared or severely modified. Extinction of native flora and fauna has

reached an alarmingly accelerated rate; at the same time, many introduced plants and animals have proved to be ecologically disastrous (Australian Bureau of Statistics 1992; Cocks 1992).

Barr and Cary (1992) caution that current prescriptions for more sustainable farming practices may not stand the test of time, and that these complex issues will not be solved by simple recipes. They note that each generation has defined its own challenges—survival, development, and now sustainability—according to its existing cultural norms. A review of the ecology of agricultural systems throughout history reveals that the exact nature of farmers' response to their environment depends not so much on the ecological constraints imposed by their environment, as on the society in which they find themselves (Bayliss-Smith 1982). British settlers tried to impose on the Australian landscape the farming systems with which they were familiar—sheep, cattle, and annual crops. The following reflection of an old Australian farmer puts this in perspective: "If we [Australians] had discovered England, do you think we would have grazed it with kangaroos?"

Rural decline in Australia is severe. The Australian Bureau of Agricultural and Resource Economics (ABARE) estimates that farm business profit on Australia's 77 800 broadacre farms declined by 350% between 1989/90 and 1990/91 to an average loss of US$18 000 per farm (ABARE 1991). Fisher (1993) forecast an average farm business loss of US$10 500 in 1992/93, which will worsen further to a loss of US$13 200 in 1993/94. Consecutive years of negative profits cause severe hardship to those people carrying debt. In June 1992 the average broadacre farm in Australia owed more than US$100 000 and paid US$14 000 in interest (ABARE 1992).[1] The number of farms continues to decrease and the average age of farmers (currently above 55) is rising. About one-third of Australia's country towns are in decline because of population movement and government rationalization (Lawrence, Williams 1990). Rural poverty is more widespread and chronic than urban poverty, and rural poor exhibit greater social and health problems than those in cities. Levels of domestic violence, alcohol and tobacco consumption, and incidence of hypertension and psychiatric disorders are higher in rural than in urban Australia. Access to education, and health and welfare services is more restricted in rural areas (Bryant 1992).

Ultimately, rural decline is not just a social and economic issue, it has profound environmental implications. More sustainable systems of land use and management cannot be developed or implemented by people preoccupied with short-term survival. Existing systems of food and fiber production are unsustainable. The rural sector is ageing, shrinking, stressed, losing money, and depleting natural and human resources.

[1] Farm business profit/loss is the net result after cost, depreciation, and an allowance for family labor are deducted from farm cash income; the remaining amount is the farmer's margin for new investments or savings for lean times. Broadacre farm enterprises include cereal and other dryland crops, sheep for meat and wool, and cattle for beef; together these enterprises account for more than 70% of the gross value of agricultural production and occupy most of the land for crop and livestock production. As more than one-third of the farms have no debt, the average debt level for those in debt exceeds US$100 000.

Emergence of Landcare

In the early 1980s Australian farmers, encouraged by state soil conservation agencies, started forming voluntary groups to cooperatively tackle problems such as salinity, wind erosion, animal pests, and parasitic plants at a district scale, notably in western Australia and Victoria. In 1986 the Victorian government introduced a broader, community-based program registered under the name Landcare, through which funds could be obtained by voluntary land conservation groups.

In 1988 an historic partnership was forged between the National Farmers' Federation (NFF) and the Australian Conservation Foundation (ACF), who jointly proposed a national land management program (Farley, Toyne 1989). The key element of this program was increased funding for Landcare groups and property planning. Acting on this initiative, the Australian government announced that the 1990s would be the Decade of Landcare and outlined a 10-year program with a budget of US$250 million based essentially on the NFF-ACF document. Despite tough economic conditions in rural communities, the explosive growth of the Landcare movement has continued; in 1994, it listed over 2000 groups, involving about one-third of Australia's farming families.

Variations on the Participatory Theme

Landcare Groups

The Australian Landcare movement is highly differentiated and there is no typical Landcare group. However, in broad terms, it can be described as a voluntary group of (usually rural) people working together to develop more sustainable systems of land management. Common activities of Landcare groups include:

- field days and farm walks;
- demonstration projects (usually land degradation rehabilitation works);
- development of catchments or district plans that set out a coordinated approach towards sustainability;
- facilitating the development of individual property plans within the catchment plan by employing consultants, running workshops, and coordinating incentives and resources;
- active involvement in natural resource monitoring programs, often in conjunction with schools, state agencies, and scientists;
- hiring out of equipment to members and other land users;
- research and development trials in collaboration with state agencies, universities, agribusiness, and the Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO); and
- production of educational pamphlets, videos, and manuals.

Through their cooperative, coordinated approach, Landcare groups can potentially solve at a district scale problems that cannot be effectively tackled at the individual property level: water-related issues such as salinity, erosion, waterlogging, water quality decline, and irrigation management; nature conservation, in particular preservation of

biodiversity; and management of vertebrate pests and weeds.

Landcare groups create collective social pressure to promote development of more sustainable farming systems, to reinforce and support on-going efforts of individual farmers, and to urge others to become more involved or at least to inform them of the issues (Cock 1992). Landcare groups thus generate commitment to the goal of sustainability among individuals and communities, and they play an increasingly important role in gathering and managing information, educating stakeholders, and raising awareness (Campbell 1992). In certain cases, innovations that would have been unacceptable in the past have been tried thanks to the efforts of Landcare groups. They have also ensured faster and wider dissemination of results and learning (Curtis et al 1993).

Landcare groups re-establish a community focus by creating networks for social support to share the stress of rural decline and to do something constructive about it (Carr 1992). They provide a useful structure, at an ecologically and socially sensible scale, for more efficient and effective use of government, private, and community resources.

Land Literacy

Land literacy refers to activities designed to help people read and appreciate the signs of health (or ill-health) in a landscape, and to understand the condition of the environment around them and its trends (White 1992). Many of the most important land degradation problems in Australia are complex, insidious, and not visually obvious. For such problems, it is wise to assume that prevention is cheaper and more effective than cure. But it is difficult to get people excited about prevention, if they cannot see or appreciate the problem.

Australia has a wide array of land literacy programs that complement the activities of Landcare groups (Campbell 1992, in press). The following example serves to explain land literacy.

Saltwatch began in Victoria in 1987 and is now under way in five states. By 1992, more than 900 schools and 50 Landcare groups were involved in gathering and analyzing tens of thousands of water samples from creeks, rivers, reservoirs, irrigation channels, and bores. Each school or community analyzes its data and sends them to a central agency for processing. In return, they receive a computer-generated overlay map of water quality in the district , which is displayed in schools and often in stores, halls, or pubs. Data are stored on school computers and at government agencies. Groups are encouraged to observe trends over time within their district. Composite maps are used for interpretation, discussion, and planning of further actions such as excursions, rehabilitation projects, and interpretative displays.

The main value of land literacy programs is the speed and effectiveness with which they transmit local environmental knowledge and teach people to observe and monitor the health of the land around them. Community groups and schools can gather a larger amount of data from more sampling points than is conceivable for government agencies paying professional staff. People involved in gathering information are more interested in finding what it means and take it seriously. They develop ownership of this information and commitment to dealing with its implications. They are also less overawed by the language and aura of science and bureaucracy, which enables them to formulate sharper questions for scientists and regulators.

Farm Management 500

Farm Management 500 (FM500) is a privately organized project involving some 480 farm families in 40 groups in southeastern Australia; they are supported by 15 private consultants and a resource network of industry experts. It started in 1986 with a mix of private and government funding and expanded rapidly after 1992. The aim of FM500 is to increase the viability of both farms and farmers by harnessing the power of group learning among peer groups of farmers, supported by experienced consultants. Each group meets between four and six times each year in members' homes, and groups combine for occasional 2-day regional conferences.

More than 60% of FM500 members use computers for managing information, which is a higher proportion than for Australian broadacre farmers in general. After an initial focus on farm financial management, FM500 farmers are now using paddock management programs and spreadsheets to record many types of production data, including sap nitrate and grain protein levels, rainfall, soil moisture, weed counts, and all financial inputs and outputs.

The development and implementation of a 5-year business plan by each of the families is central to the FM500 project. Its team believes that a good planning process must challenge farmers to be critical about their performance, to recognize the rapidly changing environment in which they operate, and to set realistic and achievable goals. The FM500 planning process has 10 main subject areas: farm resources, family, finance, productivity, management, marketing, personal development, lifestyle, retirement, and estate planning. The planning process in each of these areas has several components: situation analysis (where are we now?); strategic audit (the business we are in, its strengths, weaknesses, opportunities, and threats); business objectives (where are we heading?); relevant strategies (how do we get from here to there?); implementation (who does what, when, and how); and monitoring (measuring progress and adjusting to changing circumstances).

FM500 contrasts with extension projects based on transfer of technology assumptions. It is managed by private consultants who are paid by a combination of government and private sponsors to focus on knowledge management by farmers and their learning processes. Farmers work in peer groups determined by social boundaries; they are responsible for generating, recording, and storing information, which becomes the object of their ownership. But the real power of the project is that it has access to "real world" information gathered on a whole-farm basis in a systematic way from 480 properties having various soil types, sizes, and management regimes and styles. This is a remarkable reference for group learning, as farmers compare their own data with those of others in their local group and of FM500

as a whole. The consultants and research scientists, who provide technical assistance also appreciate access to information collected under a wide range of actual farming conditions. Comparable data from a range of farms and over different seasons are priceless information for scientists interested in examining trends. Farmers learn as much from other farmers within the group as from the consultants and invited specialists.

Kondinin

The Kondinin farm improvement group was established in western Australia more than 15 years ago and it now has more than 5000 farmer members across Australia. Its basic aim is to share farmer knowledge among farmers. Several times each year, members are surveyed to find out their key information needs. Professional staff employed by the group then seek this information, usually by mobilizing consultant researchers and group members in surveys of farmers' relevant practical experience. Research results are circulated among members and sold to the public in specific publications or Kondinin's own journal. The group finances itself through members' subscriptions and sale of publications.

The Kondinin group began with practical issues such as farm machinery and sheep handling equipment, where farmers felt they were poorly served by agricultural research and extension. It attempted to gather and disseminate innovations developed by progressive farmers. As the quality and usefulness of Kondinin's publications gain wider recognition, the group has expanded its scope to include other issues (eg, revegetation, crop and pasture diseases, farm social issues, marketing) to meet farmers' expressed information needs. The group employs scientists as consultants where appropriate, but farmers set the research parameters. Kondonin's credibility is such that it is now recognized and funded as a legitimate research organization by national research and development corporations.

Emerging New Roles

Landcare groups have precipitated the emergence of new roles—facilitation and coordination—within Australia's agricultural knowledge systems. They are distinctly different from those associated with the traditional labels of extensionist and researcher. This discussion focuses on roles, not people. It is quite feasible, in fact common, for one person to perform each of these roles at different times with various groups, or even the same group. Recognizing the appropriate mode of action is part of the art.

Facilitation

Essentially, the aim of the facilitator is to foster group synergy. This means helping Landcare groups to make the best use of available human resources, by acting as a link person within the group and local community, and also between the group and outside sources of information and assistance. Facilitation in the Landcare context also means promoting a shared sense of direction among all the relevant actors.

Sufficient insight into group processes is needed to assist groups in finding and setting direction, and in identifying factors that prevent the group from optimizing its potential. Special skills are also required to work through these issues with the group, without imposing direction upon them. Facilitation is a matter of skilled listening, and of asking the right questions to the right people at the right time, rather than the delivery of technical information or packages. It challenges farmers to open their minds to new possibilities, to new ways of looking at their situation, resources, and options. Facilitators are often "providers of occasions," organizers of encounters designed to stimulate new ideas, ways of thinking, perspectives, or to link groups and sources of assistance. The art of fostering group synergy is delicate and the facilitator must know when to lead, when to wait, when to challenge, and when to withdraw.

Facilitators usually work with many Landcare groups at one time. They are mainly active in the early stages of group establishment, but they may also be useful for short-term troubleshooting with mature groups or for rejuvenation of groups in decline. Facilitators ideally have sufficient technical skills in land management to assist groups in setting technically sound goals and obtaining appropriate advice. A more important skill required of facilitators is the ability to handle the fine balance between intervention and strategic withdrawal in group activities.

Carr (1992) described facilitators as "bureaucracy busters," who seek technical information, clarify regulations, reduce the administrative workload of the group, link groups with schools, advise on project submission, provide a pathway for government to enlist group support in activities such as farm planning workshops or development of a rural strategy. Good facilitators aim to work themselves out of a job and withdraw as groups become self-reliant.

Coordination

Landcare's almost 100 group coordinators are also pioneering a new role, but at a local scale and with a more tangible focus and clearly defined responsibilities than regional facilitators. Coordinators typically work for one group only when its activities exceed the capacities of volunteers. The role of the coordinator is to sustain the group's momentum, to keep members involved, and to ensure that group plans are implemented. Coordinators assist group leaders in organizing meetings, take an active role in planning and management of group projects, keep less active group members interested, and connect group members with sources of technical advice.

Coordination of resources is central to this role. It involves, for example, organizing farmer contributions to projects, seeking assistance from outside groups, and organizing cooperative efforts between farmers or with other groups. In many instances, particularly in the southern states, the coordination role is played by a former group leader, often a woman farmer, who is paid on a part-time basis to put more time into Landcare group activities than would otherwise be possible. Communication and interpersonal skills are more important than academic

training (or lack of it). Because coordinators are local, their expertise tends to stay in the area, unlike that of extension officers. They usually learn on the job, through advice from extensionists, regional facilitators, and other coordinators, and by attending Landcare training activities (Chamala, Mortiss 1992). They are regarded as an asset by district extension workers and regional research scientists, as they can facilitate access to a large number of farmers. They set up the logistics and organization before experts arrive on the appointed day.

Prognosis for Participatory Approaches

The development of participatory approaches in land management research and extension in Australia in the late 1980s and early 1990s has been rapid and multifaceted. Although farmers and professionals have learned considerably, there is emerging evidence that the effectiveness of such approaches is limited by social, cultural, institutional, and technical constraints (Campbell 1992, 1994b, in press). They include: limited human resources in rural areas, stressed by rural decline; lack of technically sound, practical, and profitable solutions to land degradation problems; institutional cultures within research and extension agencies which militate against genuinely participatory approaches; overwhelmingly technocentric training of professionals in research and extension in Australia (Reeve et al 1988). The feeling among farmers that they are blamed for land degradation does not foster a stewardship ethic. Moreover, the essentially colonial structure of Australian agriculture, which focuses on raw products that are processed and marketed abroad, exposes the country's farmers to declining terms of trade.

On the other hand, research and extension hold a high potential for consolidating and expanding the use of participatory approaches, and there are compelling reasons to do so. The imperatives of the quest for sustainability (temporal and spatial scales of problems; interdependence of ecological, economic, and social issues; uncertainty about technical solutions; knowledge-intensive nature of more sustainable farming systems) suggest that land users need to be involved in all types of knowledge processes in agriculture and work with professionals in new types and combinations of roles.

This paper has briefly introduced some of the ways in which these new relationships and processes are emerging in Australia. A complementary paper (Campbell 1994a) uses these practical examples as the background for a more theoretical analysis of participatory approaches as a way of moving beyond the narrow, linear conceptualization of research and extension as separate activities.

References

Australian Bureau of Agricultural and Resource Economics (ABARE) 1991. Australian broadacre agriculture 1990-91 and 1991-92. Canberra, Australia: ABARE.

Australian Bureau of Agricultural and Resource Economics (ABARE). 1992. Land management and financial conditions on Australian farms. Outlook Conference. Canberra, Australia: ABARE.

Australian Bureau of Statistics 1992. Australia's environment — issues and facts. Canberra, Australia: Commonwealth of Australia.

Barr NF, Cary JW. 1992. Greening a brown land: an Australian search for sustainable land use. Melbourne, Australia: Macmillan.

Bayliss-Smith TP. 1982. The ecology of agricultural systems. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Bryant L. 1992. Social aspects of the farm financial crisis. Pages 157—172 *in* Agriculture, environment and society: contemporary issues for Australia (Lawrence G, Vanclay FM, Furze B ed.). South Melbourne, Australia: Macmillan.

Campbell, C.A. 1992. Taking the long view in tough times — Landcare in Australia. Canberra, Australia. National Landcare Program. 148 pp.

Campbell CA. 1994a. Participatory inquiry: beyond research and extension in the sustainability era. (This publication)

Campbell CA. 1994b. Inquiry and learning for agricultural sustainability—lenses on Landcare in Australia. Thesis: Wageningen Agricultural University, The Netherlands. 108 pp.

Campbell CA. Landcare—communities shaping the land, the future. Sydney, Australia: Allen and Unwin. 348 pp. (In press)

Carr AJL. 1992. Community crusaders: carrying the torch or carrying the can for catchment management? *In* Proceedings, Ecopolitics VI Conference. Melbourne, Australia: Royal Melbourne Institute of Technology.

Chamala S, Mortiss PD. 1992. Training the trainers: a landcare training manual. Brisbane, Australia: Australian Academic Press.

Cock P. 1992. Cooperative land management for ecological and social sustainability. Pages 304—328 *in* Agriculture, environment and society: contemporary issues for Australia (Lawrence G, Vanclay FM, Furze B ed.). South Melbourne, Australia: Macmillan.

Cocks KD. 1992. Use with care: managing Australia's natural resources in the twenty-first century. Kensington, Australia: New South Wales University Press.

Curtis A, Tracey P, De Lacy T. 1993. Landcare in Victoria: getting the job done. Albury, Australia: The Johnstone Centre of Parks, Recreation and Heritage, Charles Sturt University.

Farley R, Toyne P. 1989. A national land management program. Australian Journal of Soil and Water Conservation. 2(2):6—9.

Fisher BS. 1993. Prospects for Australian commodities. Agriculture and Resources Quarterly 5(1):54—59.

Lawrence G, Williams C. 1990. The dynamics of decline: implications for social welfare delivery in rural Australia. *In* Rural health and welfare in Australia. Wagga, Australia: Centre for Rural Welfare Research, Charles Sturt University.

Reeve IJ, Patterson RA, Lees JW. 1988. Land resources: training towards 2000. Armidale, Australia: Rural Development Centre, University of New England.

White T. 1992. Land literacy. *In* Proceedings, Catchments of green conference. Canberra, Australia: Greening Australia.

L'intégration de la recherche-système et la gestion des ressources naturelles : un mariage de bon sens

Joldersma R.[1] ; Blokland A.[1] ; Niangado O.[2] ; Ouedraogo S.[3] ; Témé B.[2] Stoop W.A.[1]

[1]KIT, Mauritskade 63, 1092 AD, Amsterdam, Pays-Bas

[2]IER, BP 258, Bamako, Mali,

[3] INERA, 03 BP 7192, Ouagadougou 03, Burkina Faso

Résumé

La recherche sur la gestion des ressources naturelles (GRN) peut être considérée comme un concept ou une approche de recherche à intégrer dans la recherche agronomique au sens large. Les possibilités d'intégration de la recherche sur la GRN et la recherche-système sont explorées sur la base des expériences menées au Mali et au Burkina Faso. Cette intégration a des conséquences pour les niveaux d'intervention, les thèmes de recherche, la méthodologie et la composition de l'équipe de recherche-système. Etant donné que la GRN est fonction de l'environnement biophysique et socio-économique, la coordination de la recherche se fera de préférence à un niveau régional, en donnant une influence particulière aux utilisateurs de la recherche.

Mots clés

Recherche-système, systèmes de production, gestion des ressources naturelles, Mali, Burkina Faso, recherche participative

Abstract

Allying Environmental Management with Systems-Research

Environmental management can be considered a concept or an approach that must be integrated into all agricultural research. The integration of environmental management in farming systems research and extension (FSR/E) is examined on the basis of experiences in Mali and Burkina Faso. The implications affect all levels of intervention, research themes, composition of FRS/E teams and their methods. As the biophysical and socioeconomic context is central to this approach, related research must be coordinated at a regional level, with a focus on user participation.

Introduction

Pour promouvoir une agriculture et un développement rural durables, une gestion des ressources naturelles (GRN) s'impose, qui demande la participation de la population et la décentralisation des prises de décisions (Agenda 21). La GRN peut être définie comme la prise de décisions sur des activités menant à un développement durable par une utilisation et une préservation des ressources naturelles dans un espace géographique donné, de manière à satisfaire les besoins de la population (Van Campen et Sidibé, 1993).

La GRN demande que les décisions soient prises par l'ensemble des utilisateurs. C'est surtout l'aspect collectif qui rend la GRN difficile, vu les objectifs variés et parfois antagonistes des différents utilisateurs (IER, 1993).

La GRN se traduit souvent dans le contexte ouest-africain par une approche Gestion de terroir (GT), qui accorde une grande responsabilité à la communauté villageoise. L'approche GT s'appuie sur l'hypothèse que la gestion sera plus efficace si les différents utilisateurs participent à la prise de décisions. Cela cadre bien avec les politiques actuelles de décentralisation dans ces pays.

La question à laquelle cet article tente de répondre est de savoir dans quelle mesure la recherche sur les systèmes de production (RSP) pourrait intégrer celle sur la GRN : dans quelles conditions, avec quelles conséquences pour son objet de recherche, sa méthodologie, la composition de son équipe de recherche et l'institutionnalisation dans le système national de recherche agronomique.

Pour certains, l'approche RSP ne pourra pas survivre si elle ne prend pas en compte la recherche sur la GRN. Pour d'autres, la GRN implique des recherches complexes et à long terme. Cela serait difficilement conciliable avec les résultats à court terme qu'attendent les bailleurs de fonds, qui financent souvent la RSP sous forme de projets (Posner et Gilbert, 1990). La recherche sur la GRN peut être considérée comme une approche de recherche multidisciplinaire et de multiples produits. La RSP peut y contribuer car elle tente de promouvoir l'approche système, une orientation pratique et "lieu-spécifique", l'interdisciplinarité, la participation paysanne et la concertation avec différents partenaires.

Les expériences du Mali et du Burkina Faso permettront d'explorer les possibilités et les limites de l'intégration de la recherche sur la GRN dans la RSP.

Historique de la RSP au Mali et au Burkina Faso

La RSP a commencé en 1977 au Mali. Elle relève du département de Recherche sur les systèmes de production rurale (DRSPR) de l'Institut d'économie rurale (IER) du ministère du Développement rural. L'IER a récemment adopté un statut d'Etablissement public à caractère administratif.

Au Burkina Faso, la RSP a commencé vers 1980. Elle est devenue le programme prioritaire des huit programmes de recherche de l'Institut d'études et de recherches agricoles (INERA) du ministère de l'Enseignement et de la Recherche scientifique en 1985.

La RSP a connu un développement important quant aux thèmes de recherche, aux niveaux d'intervention et à sa position dans le système national de recherche agronomique.

Thèmes de recherche et niveaux d'intervention

La RSP est née de l'hypothèse que les paysans rencontrent des contraintes qu'ils pourraient résoudre en intégrant de nouvelles technologies dans leur système de production agricole. Cette hypothèse a été critiquée dès le début (Oasa et Swanson, 1985).

En effet, les premiers thèmes de recherche de la RSP au Mali et au Burkina Faso concernaient principalement le système de culture et l'exploitation agricole (figure 1). L'environnement socio-économique était considéré comme un facteur exogène (Kleene, 1992). L'objectif était surtout d'augmenter la productivité agricole et la rentabilité économique. La recherche était orientée vers l'équipement agricole, les techniques agricoles et l'introduction de nouvelles variétés. Le crédit agricole, un élément de l'environnement

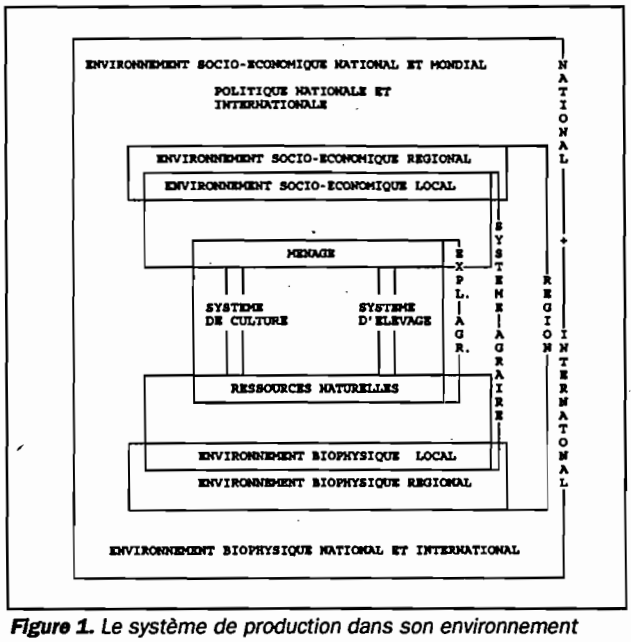


Figure 1. *Le système de production dans son environnement biophysique et socio-économique.*
Source : *Adaptation de Stoop, 1991*

socio-économique, a néanmoins été un thème d'expérimentation de la RSP au Mali, afin de permettre aux exploitations agricoles de s'équiper.

La gestion de l'exploitation agricole a été abordée par un conseil de gestion de l'exploitation, une méthode de vulgarisation développée au Mali en s'inspirant des expériences du Sénégal. Cette méthode propose de cibler les messages en fonction des types d'exploitation. Appliquée au Mali depuis 1988, elle est actuellement testée au Burkina Faso pour savoir si elle peut s'insérer dans le système de vulgarisation de formation-visite, qui diffère de celui de la CMDT (Compagnie malienne des textiles) au sud du Mali.

Le développement agricole et démographique dans la zone a eu des conséquences pour les ressources naturelles. Des paysans et des chercheurs ont signalé des problèmes d'érosion et de maintien de la fertilité des sols. A partir des années 80, la durabilité écologique des systèmes de production est devenue un objectif explicite de la RSP. Des techniques et méthodes de lutte anti-érosive, de fertilisation des champs cultivés et de protection de la zone sylvo-pastorale du terroir villageois ont été testées (DRSPR, 1992 ; INERA, 1994). Cela a permis à la RSP du Mali de proposer en 1986 une approche villageoise de lutte anti-érosive (Hijkoop *et al.*, 1991), qui est actuellement vulgarisée par la CMDT dans plus de 600 villages.

Dans un premier temps, l'élevage a été considéré comme un facteur de production agricole (traction animale, fumure organique). Le système d'élevage a été ensuite étudié sous forme de suivi des troupeaux, ce qui a permis de définir des paramètres zootechniques. Mais le système d'élevage doit aussi être vu dans le contexte socio-économique et biophysique. Les conditions économiques ont fait augmenter les cheptels villageois et non villageois. Le cheptel est considéré comme l'investissement le plus intéressant des surplus financiers. Cependant, les pratiques d'élevage sont restées assez extensives, car un élevage plus intensif n'est pas rentable. Des études sur la capacité de charge du terroir ont montré que celle-ci est dépassée sous les pratiques d'un élevage extensif (Leloup et Traore, 1989) et qu'il y a des problèmes d'accessibilité et de gestion de l'espace agropastoral (INERA, 1994). Les interactions entre le système d'élevage et le système agraire doivent donc être prises en compte pour arriver à une meilleure GRN. Des propositions dans ce sens, comme la stabulation bovine, les cultures fourragères, l'utilisation des sous-produits agricoles et la jachère améliorée, ont été testées ; certains résultats sont maintenant en prévulgarisation (DRSPR, 1993a ; INERA, 1994).

On constate donc une évolution de la RSP vers les interactions entre les différentes composantes du système agraire, ce que reflètent les axes de recherche du DRSPR/Sikasso du Mali en 1992 :

- données de base ;
- diversification et valorisation ;
- gestion de terroir ;
- aménagement de terroir ;
- gestion de l'exploitation ;
- intensification des systèmes de culture ;
- aménagement de la parcelle ;
- intensification des systèmes d'élevage.

Sur la base des programmes tests GT, des études et des expérimentations, la RSP du Mali propose un diagnostic quantitatif (outil conseil de gestion de terroir villageois) utilisant des normes d'une utilisation durable (DRSPR, 1993).

Les équipes RSP du Burkina Faso ont développé une approche cartographique de la GRN, afin de connaître l'utilisation actuelle et potentielle des ressources naturelles et d'identifier avec les producteurs des formes communautaires de GRN. A l'ouest, elles proposent d'aborder la GT en passant par le conseil de gestion de l'exploitation agricole, tout en prenant en compte la diversification et la commercialisation (INERA, 1994).

Développement institutionnel

La reformulation des programmes et la restructuration de la recherche agronomique, commencées au Burkina Faso en 1985 et au Mali en 1987, ont abouti à :

- une formulation des programmes de recherche par produit et des programmes généraux ou horizontaux. Au Burkina Faso, les deux programmes horizontaux sont ceux de la RSP et de l'ESFIMA (Eau, sol, fertilisation, irrigation, machinisme agricole). Au Mali, il s'agissait dans un premier temps d'un programme RSP en économie rurale et d'un autre sur la GRN ;
- une régionalisation de la recherche agronomique par la création des Centres régionaux de recherche agronomique (CRRA), dans le souci d'un rapprochement entre la recherche et les utilisateurs. Des Comités régionaux de recherche, regroupant les utilisateurs et les chercheurs, jouent un rôle crucial dans l'évaluation des résultats et la détermination des priorités de recherche.

Au Burkina Faso, la régionalisation s'est faite dans un premier temps en attribuant à chaque CRRA la responsabilité principale d'un des programmes nationaux. En 1992, suite à une réflexion avec les structures de développement, on a opté pour une équipe pluridisciplinaire chargée d'un programme régional, qui prend en compte les préoccupations régionales et les objectifs définis dans le cadre du programme d'ajustement structurel (INERA, 1993a) :

- intensification de la production agricole ;
- développement de filières-produit ;
- gestion raisonnée des ressources naturelles.

C'est ainsi qu'un programme régional (INERA, 1993b) a été élaboré pour le CRRA de l'Est. Différentes zones ont été distinguées au sein de cette région à partir des critères de l'environnement biophysique (pluviométrie, disponibilité en ressources naturelles et degré de dégradation de ces ressources), de l'environnement socio-économique (ethnie, densité de population, échanges commerciaux) et du système de culture et d'élevage. Après l'inventaire des intervenants dans le domaine de la recherche et de la vulgarisation agricole et des résultats obtenus, les contraintes ont été hiérarchisées. Sur cette base, les axes de recherche suivants ont été retenus :

- dégradation des ressources naturelles ;
- diagnostic agroclimatique du milieu et amélioration du bilan hydrique des cultures ;
- alimentation des animaux ;
- fertilité et fertilisation des sols ;
- amélioration et adaptation variétales ;
- maladies et attaques parasitaires des animaux ;
- maladies et attaques parasitaires des cultures.

Une équipe régionale est mise en place, composée d'un agroéconomiste, d'un sociologue, d'un zootechnicien, d'un agropédologue, d'un agronome système et d'un spécialiste en défense des cultures.

On constate que l'accent est mis sur le système de culture et d'élevage. Des recherches sur les ressources naturelles sont prévues, mais le niveau d'intervention n'est pas clairement indiqué.

Au Mali, il a été reconnu que le contenu et la coordination du programme GRN n'étaient pas suffisamment concrétisés. Des programmes de recherche devraient davantage être élaborés sur la base des contraintes régionales, ce qui demande une coordination décentralisée (Van Campen et Sidibe, 1993). Une intégration des différents niveaux d'analyse et d'intervention à travers les différents départements s'avère nécessaire (Tableau I).

En avril 1993, suite aux discussions avec la Banque mondiale, seize nouveaux sous-programmes ont été retenus. Pour l'IER, la mise au point des technologies et stratégies de GRN ne peut se faire qu'en collaboration étroite avec ceux qui mobilisent ces ressources à des fins de production. L'IER a donc proposé le sous-programme Systèmes de production et gestion des ressources naturelles. Le cadre conceptuel, les objectifs et l'approche méthodologique ont été définis lors d'un séminaire regroupant les structures de recherche et les différents partenaires en novembre 1993. Des programmes détaillés seront élaborés par les CRRA en fonction des priorités régionales et des moyens disponibles (IER, 1993).

La RSP et la GRN

L'intégration de la RSP et de la GRN, qui comprend des aspects écologiques, socio-économiques, juridiques et institutionnels, impliquera nécessairement la traduction des soucis environnementaux en messages pratiques pour les paysan(ne)s. Les conditions considérées jusqu'ici comme exogènes à l'exploitation agricole devront être vues comme des variables sur lesquelles il faut agir. Par exemple, l'intensification de l'agriculture et de l'élevage nécessite un changement du rapport des prix entre les intrants et les produits agricoles (Berckmoes *et al.*, 1990).

La prise en compte de la GRN par la RSP pose donc des défis, mais aussi des limites, quant aux niveaux d'interven-

Tableau I. Proposition d'une coordination décentraliséede la recherche sur la GRN par les départements existants de l'IER, Mali.

Niveau	Dép. rech agron. Dép. zootechnie Dép. rech.forest	Dép. RSP	Dép. économie rurale
Individu	+		
Parcelle/troupeau	+	(+)	
Exploitation	(+)	+	
Terroir (inter) vill.	(+)	+	
Région			+
Nation			+

Source: Van Campen et Sidibé, 1993.

tion, aux thèmes de recherche, à la méthodologie de recherche et aux relations avec ses clients/partenaires.

Niveaux de recherche

La RSP intervient surtout à l'échelle de l'exploitation agricole. Celle-ci utilise certaines ressources naturelles qui sont soumises aux décisions villageoises ou administratives. Afin de garantir la participation effective des utilisateurs, il semble indiqué que les interventions de la RSP se limitent à l'échelle du terroir villageois ou intervillageois.

Au niveau régional, la recherche sur la GRN comprendra des inventaires de l'utilisation des ressources naturelles et de leur état de dégradation. Cela relève plutôt de la compétence des spécialistes de la recherche thématique.

Thèmes de recherche

La recherche sur la GRN comprend des thèmes techniques, socio-économiques et institutionnels.

Sur le plan technique, les différents systèmes de production demandent à être vus dans une perspective dynamique, avec leurs possibilités d'adaptation aux changements d'environnement physique et socio-économique (Tiffen *et al.*, 1994). Le critère de la durabilité écologique fait référence à un équilibre dynamique et non pas statique.

Il est reconnu que l'environnement socio-économique et juridique (droit foncier) peut empêcher une utilisation plus durable des ressources naturelles. Actuellement, les investissements humains et financiers pour préserver les parties individuelles et collectives du terroir sont insuffisamment sécurisés, et ne sont pas récompensés par leurs effets à court terme. La RSP a démontré la nécessité d'un environnement socio-économique favorable pour encourager la protection des ressources naturelles. Néanmoins, elle n'a pas fait beaucoup d'expérimentations dans ce domaine, ce qui semble lié à une marge de manœuvre trop limitée.

La décentralisation de la GRN nécessite une institution villageoise ou intervillageoise capable de formuler et de faire exécuter des mesures de gestion et d'aménagement des ressources naturelles. Les réglementations et institutions d'antan ne sont plus respectées ; elles semblent s'adapter difficilement aux nouvelles conditions. Dans le contexte administratif du Mali et du Burkina Faso, la responsabilité de GRN est actuellement partagée entre les services étatiques et la communauté villageoise. Cette dernière est reconnue comme une entité traditionnelle de prise de décisions liée à un espace géographique donné, mais ni son statut ni ses moyens ne sont clairement définis. La décentralisation administrative nécessite donc une bonne définition des responsabilités des différents niveaux administratifs, avec des moyens en conséquence. La RSP pourrait proposer des mesures de gestion tout en indiquant les conditions pour leur réussite. Or, jusqu'ici, la RSP a hésité à aborder des questions d'ordre institutionnel, administratif et politique. Néanmoins, on attend du sous-programme RSP/GRN au Mali qu'il développe et propose des outils, des réglementations et des structures d'organisation, de concert avec les populations et les services d'encadrement administratif et technique (IER, 1993).

Méthodologie de recherche

Le défi méthodologique concerne surtout la recherche interdisciplinaire et participative sur la gestion des ressources naturelles collectives et les expérimentations socio-économiques et institutionnelles.

La prise en compte des avis et besoins des différents utilisateurs du terroir demande des procédures de hiérarchisation, de négociation et de gestion des conflits. Dans une zone test GT du sud du Mali (Siwaa), la charge exercée par les troupeaux villageois du fait des pratiques actuelles d'élevage dépasse de 90% la capacité. Les études montrent que 23% des exploitations possèdent 65% du cheptel bovin et 50% des petits ruminants (Bosma, 1993). Afin d'arriver à une utilisation plus durable, tout en maintenant un troupeau minimal pour les besoins de traction et de fumure organique, une stratégie d'intervention est à concevoir en fonction des types d'exploitation et des utilisateurs de l'extérieur (transhumants, autres éleveurs).

Les approches de modélisation de l'utilisation des ressources naturelles ne prennent pas souvent en compte les intérêts conflictuels des utilisateurs et les différences de pouvoir entre eux ; pour cette raison, on peut émettre des réserves quant à l'applicabilité de la modélisation.

Une méthodologie d'expérimentation socio-économique et institutionnelle du type recherche-action est à élaborer davantage, notamment sur des mesures de gestion et de nouveaux systèmes de sanction.

Equipes de recherche

La recherche sur la GRN demande des expertises techniques, mais aussi en sciences sociales appliquées, orientées vers le *social engineering* plutôt que vers l'explication socio-culturelle des phénomènes (Sutherland, 1987) : notamment en sociologie d'organisation, en législation et en méthodologie d'expérimentation socio-économique.

Concertation avec clients et partenaires

Paysans/paysannes

La nécessité d'une recherche *user driven* n'est plus à démontrer (Edwards et Farrington, 1993). Bien que les villageois participent aux différentes étapes de recherche, leurs voix devraient être mieux institutionnalisées. Des formes de représentation locale (groupes de recherche) et régionale (comités d'utilisateurs) sont à expérimenter.

Recherche thématique

La GRN nécessite des données de base sur l'état des ressources naturelles et leur dynamique d'évolution, à partir desquelles puissent être conçues des technologies et stratégies favorisant une utilisation plus durable et rentable. Cela est surtout du ressort de la recherche thématique, bien qu'une approche pluridisciplinaire incluant les aspects socio-économiques soit nécessaire.

Il a souvent été demandé à la RSP de faire des études techniques et économiques pour déterminer les effets des mesures de protection des ressources naturelles. De telles études dépassent facilement sa capacité de recherche et de-

vraient de préférence être faites ensemble avec la recherche thématique. Les résultats peuvent être utilisés pour concevoir des mesures incitatrices (Van Campen et Sidibe, 1993).

Développeurs

Le souci principal de la RSP doit être que ses messages soient utilisés. Jusqu'ici, la plupart des messages développés sont diffusés par l'organisme de vulgarisation. Au sud du Mali, on peut noter une certaine convergence entre les messages de la RSP et les interventions de la CMDT. L'évolution de la RSP est reflétée dans la stratégie de maintien du potentiel productif de la CMDT, qui distingue trois domaines de mesures GRN :

- aménagement et gestion des terres de culture ;
- intégration agriculture-élevage ;
- aménagement et gestion de la zone sylvo-pastorale.

Il s'agit des mesures techniques et socio-organisationnelles exécutées à différents niveaux de responsabilité paysanne : l'exploitation agricole, les sous-groupes professionnels, les collectivités villageoises et les regroupements intervillageois.

Certaines propositions techniques et institutionnelles dont le développement est du ressort de la RSP devront être diffusées par d'autres intervenants, comme le service d'Elevage ou des Eaux et Forêts. Ces derniers ont souvent une autre approche de vulgarisation. Bien qu'une approche commune se développe dans le cadre des programmes tests GT auxquels ces services participent, d'autres plates-formes de discussion sont à encourager. Les collectivités rurales pourraient aussi, dans le cadre de la décentralisation administrative, exiger une harmonisation des approches.

Décideurs

Il est demandé à la RSP d'orienter davantage les prises de décision à différents niveaux concernant une utilisation des ressources compatible avec leur potentiel (IER, 1993). Afin de bien jouer ce rôle, il convient d'améliorer les mécanismes de communication.

Conclusions

La RSP et la recherche sur la GRN peuvent être considérées comme deux partenaires ayant un but commun, la durabilité des systèmes de production et une approche similaire de la recherche multidisciplinaire et participative. L'intégration de la RSP et la recherche sur la GRN constituent un mariage de bon sens. Néanmoins, la GRN est un concept à intégrer dans toute la recherche agronomique : elle ne doit pas être l'apanage d'un certain type de recherche ou d'une structure. Si l'institutionnalisation de la RSP a fait couler beaucoup d'encre, le même risque existe pour la GRN sans que cela contribue à l'atteinte des objectifs visés. Déjà, la restructuration incessante des instituts nationaux de recherche risque de freiner leur opérationnalité et donc leur capacité à produire des résultats.

Une coordination de la recherche peut se faire en précisant le niveau d'intervention pour les différentes structures de recherche. La RSP semble indiquée aux niveaux de l'exploitation agricole et du terroir villageois ou intervillageois. Etant donné que la GRN est fonction du contexte biophysique et socio-économique d'une région, la précision des thèmes de recherche et l'intégration des différents niveaux d'analyse se feront de préférence au niveau régional, en donnant une influence particulière aux utilisateurs de la recherche.

Références bibliographiques

Berckmoes, W.M.L., Jager, E.J. et Koné, Y., 1988. *Intensification of Agriculture in South Mali. Wish or reality?* Sikasso, DRSPR-/Amsterdam, KIT, 40 p.

Bosma, 1993. *Elevage du bétail dans la zone Siwaa. Stratégies pour une exploitation équilibrée des ressources fourragères.* Sikasso, DRSPR, 22 p.

CMDT, 1993. Perspectives d'évolution de la stratégie CMDT en matière de maintien du potentiel productif. Koutiala, CMDT, 11 p.

DRSPR, 1992. *Bilan des activités de la phase IV du projet DRSPR/Sikasso.* Sikasso, DRSPR, 115 p.

DRSPR, 1993. *Approche Gestion de terroir villageois. Proposition d'une méthodologie.* Sikasso, DRSPR, 64 p.

Edwards, D.T., et Farrington, J., 1993. *Review of the factors influencing the uptake and impact of a sample of twenty-one UK-supported renewable natural resource research projects.* London, ODI, 51 p.

Hijkoop J., van der Poel, P. et Kaya, B., 1991. *Une lutte de longue haleine.* Bamako/Amsterdam, IER/KIT, 154 p.

IER, 1993. *Reformulation du sous-programme Systèmes de production et Gestion des ressources naturelles.* Bamako, IER, 58 p.

INERA, 1993a. *Plan d'action pour une optimisation des activités de recherches agricoles de l'INERA (1992-1995).* Ouagadougou, CNRST, 46 p.

INERA, 1993b. *Programme régional de recherches agricoles du CRRA de l'est.* Ouagadougou, CNRST, 69 p.

INERA, 1994. *Rapport d'activités de recherches 1991-1993. Programme Recherche sur les systèmes de production (RSP).* Ouagadougou, CNRST, 209 p.

Kleene, P., 1992. *La RSP, l'éternel enfant terrible?* Bobo-Dioulasso, INERA, 11 p.

Leloup, S. et Traoré, M., 1989. *La situation fourragère dans le sud-est du Mali, région CMDT de Sikasso et Koutiala. Tome 1.* Sikasso-/Amsterdam, DRSPR/KIT, 94 p.

Oasa, K.E. et Swanson, L.E., 1986. The Limits of Farming Systems Research and Development: Should Development Administrators Be Interested? Agricultural Administration 23 (1986) 210-221.

Posner, J.L. and Gilbert, E., 1990. Sustainable Agriculture and Farming Systems Research Teams in Semiarid West Africa: A fatal attraction? Journal for Farming Systems Research-Extension, 2(1):71-86.

Stoop, W.A., 1991. *The evolution of farm systems in relation to sustainibility.* Amsterdam, KIT, 24 p.

Sutherland, A., 1987. *Sociology in Farming Systems Research.* Londres, ODI, 64 p.

Tiffen, M., Mortimore, M. et Gichuki, F., 1994. *More people, less erosion. Environmental recovery in Kenya.* Chicester, Wiley and Sons, 311 p.

Van Campen, W. et Sidibe, M., 1993. *Rapport de mission d'appui au programme de recherche sur la gestion des ressources naturelles.* Bamako/Amsterdam, IER/KIT, 80 p.

Socioeconomic Modelling of Agricultural Land Degradation

Parton, Kevin A
Department of Agricultural and Resource Economics,
University of New England, Armidale NSW 2351, Australia

Abstract
In Australia land degradation problems are appearing in prime agricultural areas. An assessment of the causes of and potential solutions for such problems requires an analytical approach that captures its "hard" science (eg, agronomic) components and its "softer" science (eg, economic) components. The three studies presented in this paper examine land degradation, using system models that integrate these components in the analysis of farm decision making processes. Such an analysis enables the investigation of tradeoffs between environmental and financial objectives.

Keywords
Land degradation, Australia, economics, policy.

Résumé
Modèle socio-économique de la dégradation des terrains agricoles
En Australie, les problèmes de dégradation du sol commencent à se manifester dans les régions agricoles de première qualité. Pour bien évaluer les causes et les solutions potentielles de tels problèmes, il faut développer une approche qui comprenne les éléments des sciences "dures" (par exemple agronomiques), ainsi que ceux des sciences "moins dures" (par exemple économiques). La communication comporte trois études qui examinent la dégradation des sols au moyen de modèles systématiques, intégrant ces éléments dans l'analyse de la manière dont on prend des décisions agricoles. Cela favorise l'examen des concessions mutuelles entre les objectifs écologiques et financiers.

Introduction

Despite continuing structural change, agricultural production remains a significant component of the Australian economy. Given the importance of agriculture, it might be expected that the land resource would be carefully conserved to maintain its productive capacity. Unfortunately this does not seem to be the case, as land degradation problems have emerged in a number of guises in the prime agricultural areas. Today, such degradation is considered to be a leading environmental problem in Australia (McTainsh, Boughton 1993).

Land degradation problems typically involve time lags, externalities, and complex spatial relationships within catchments. Such problems are multifaceted involving, for example, losses in soil productivity for agriculture once degradation occurs, reduction in land values in affected areas, and external costs that the process imposes on communities. Moreover, the reclamation of degraded areas remains a costly, slow, high-risk, and low-return exercise. Land management practices are considered the main controllable variable within a range of determinants of land degradation. However, an analysis of agricultural land use must consider its socioeconomic context, including the economic and policy environment facing farmers.

This paper aims to demonstrate some methods of incorporating socioeconomic aspects into the system modeling process. The three case studies presented here were directed by the author and relate respectively to cropland erosion, loss of nutrients from continuous cropping, and soil salinity in various locations in eastern Australia.

Socioeconomic Aspects

Many agents are involved in the land degradation problem. In this paper the roles of farmers, rural scientists, social scientists, and policymakers are viewed as paramount. There are undoubtedly many causes of the problem. One of them is ignorance on the part of both farmers and researchers of the impact of farm practices. However, both are progressively better informed. For example, agronomists' crop models can show the relationship both between soil erosion, loss of soil nutrients, and yields, and,

in the reverse direction, between cropping decisions and soil loss. Likewise, many farmers are becoming more aware of the mechanisms that lead to land degradation, including off-site effects.

Together with farmers and rural science researchers, social scientists and policymakers have a role to play in correcting these degradation problems. Economic imperatives are forces that are central to farm decision making. In recent times of financial pressure, they have led to land use decisions that may meet a short-term contingency, although they seem to be unsustainable. For example, farms with heavy debt obligations often resort to soil mining practices to generate sufficient cash to remain solvent (Hooke 1988).

Policy response is muted; little is offered in the way of financial assistance to correct such negative environmental impacts. This is perhaps understandable, given the lack of economic analysis of degradation problems within a farm decision making context. However, a more informed approach in the policy arena has at least prompted a more broadly based response at community level, instead of earlier attempts to offer a technical solution to individual farms (McTainsh, Boughton 1993).

The community-level response, known as the Landcare scheme, takes the form of farmer cooperatives based at the catchment level, which are partly subsidized by government grants. These cooperatives usually employ specialists who monitor degradation problems in the catchment and suggest solutions.

While some grounds for optimism exist, there are still many concerns. Farmers do not respond in the manner that researchers think they should. Researchers attribute this to farmers' lack of understanding of the problem, farmers' short-term planning horizon, externalities not being internalized, or farmers' faith that the government (or science) can correct the problem. In any case our understanding of degradation problems from the farmers' viewpoint is incomplete. With this in mind, the objective set for the following studies was the analysis of farmer decision making and incorporation of socioeconomic aspects into the systems modeling process.

An iterative modeling approach was designed to integrate the environmental and economic aspects of degradation of agricultural land (Figure 1).

The approach is based on individual farm economic models representing decision making by farmers across the catchment. A farm plan is established for each model farm for the first season, using information about resource constraints (including the natural asset position of the farm) and expected prices of inputs and outputs. These plans are put into operation and confronted with a set of prices and weather data to produce a predicted outcome for each farm. The significant dimensions of this outcome are land degradation effects at catchment level and farm profitability. The degradation effects are carried forward to the next year as an additional resource constraint and an influence on future potential yields of individual farms. Farm profitability influences the level of financial assets available to the farm business; they are carried forward as a constraint to the farm business for the next year.

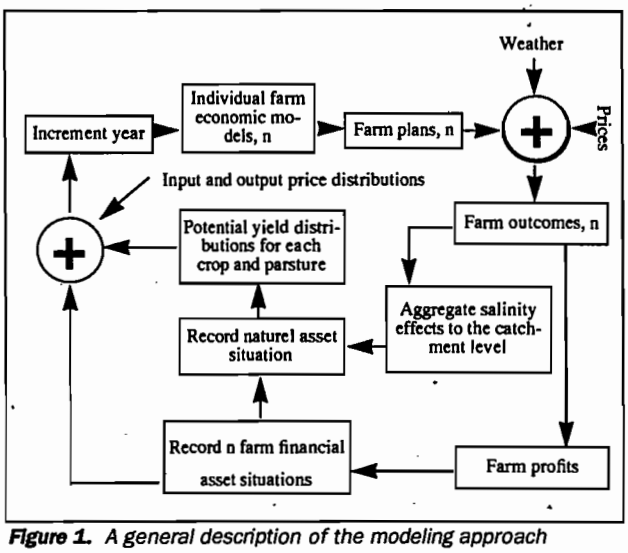


Figure 1. A general description of the modeling approach combining environmental and economic aspects of land degradation.

The process is then repeated for the second and subsequent seasons. In this manner, the impact of farming activities on degradation is revealed and the tradeoff between profitability and resource depletion is assessed.

Three Studies

Soil Erosion in the Central Highlands of Queensland

The study on soil erosion (Morfe, Parton 1994) examined whether or not grain producers in the Central Highlands region of Queensland were offered economic incentives to adopt soil conserving tillage practices. A recursive linear programming model of a case study property was developed to assess economic effects of the soil erosion problem and its control. To address the problem of water erosion on the farm, contour banks were combined with fences along the contour lines. Despite these efforts to combat erosion, conventional deep tillage was still practiced. The research project therefore aimed to assess whether alternative, reduced, and zero tillage practices would cause less degradation and still be sufficiently profitable.

A recursive whole-farm model was used for the analysis. It was based on a simplified version of the general structure shown in Figure 1, in which only a single farm was analyzed and only on-site effects were considered. Farming activities specified in the model include crop production, marketing, land fallowing, buying of inputs such as fertilizers, hiring of casual farm labor and machinery during winter and summer, and borrowing of capital. The flow of cash for reinvestment in subsequent periods and resulting soil depths at the end of each year provide the principal linkages between the crop periods specified in the model. For example, the effect of continuous soil loss on crop productivity can be reflected by revising appropriate yield coefficients in the matrix between cropping periods, according to the yield–soil depth relationship estimated by a crop growth simulator.

Land provides services over time. The objective function that is maximized in the study is the present value of the expected annual net farm income from separate year-by-

year optimization over a 10-year planning horizon. This appears to be consistent with the case of a myopic decisionmaker who wishes to make optimum short-term decisions. For the problem at hand, multiperiod models, which maximize an objective function over a series of years, are deemed unsatisfactory because they are based on the generally unwarranted assumption that farmers use optimum decision strategies that are determined once and for all, at some initial date.

The path that maximizes the present value of expected annual net farm income over a 10-year planning horizon involves an immediate shift to zero tillage wheat cropping, followed by a shift to reduced tillage sunflower in year 3 (Table 1). In addition to a higher income than that from the currently used conventional tillage practice, this optimum path would also reduce associated soil loss from 29 mm to 21 mm.

Soil Nutrient Loss at Billa Billa, Southern Queensland

In the farming system at Billa Billa, wheat has been continuously cropped over several decades. The quality of the soil resource has degraded, causing yields to decline by 2.3% per annum and grain protein by 2.4% per annum. Rotation with alfalfa would arrest the problem by replenishing soil nitrogen.This alternative was evaluated in the study (Scott et al 1992). Although degradation changes a number of different soil properties, the study concentrated on the available nitrogen supply in the soil.

The study compared the present value from continuous wheat cropping over a 25-year period with that of a rotation of wheat for 7 years followed by grazed alfalfa for 3 years. One objective of the study was to compare farmers' long-term optimum outcome (using a discount rate of 15%) with a social optimum outcome (discount rate of 5%). The central component of the modeled system is shown in the following equation:

$$\text{Max PV} = \Sigma[P(N).f(N) - Cn - V]\, e^{-rt}dt$$
$$\text{subject to } d(N,n)/dt = g(N,n,\text{crop choice})$$

where PV is the present value of expected net farm income over the 25-year planning horizon; P is a vector of output prices (of which the wheat price is dependent on protein content and hence on available nitrogen); f(N) are crop yield functions; C is the price of fertilizer and n its quantity; V is other costs; g is a function describing the nitrogen dynamics of the soil; and r is the discount rate.

An exponential decay function was used for total nitrogen. When nitrogen became a limiting factor to cropping, urea fertilizer was added to maintain yield and protein levels. During the grazed alfalfa phase of the rotation, nitrogen was accumulated linearly. In virgin soil, wheat gross margins were superior to grazing alfalfa, suggesting that continuous cropping would be more profitable in the short term. In concept this model resembles that in Figure 1, except that there are no simulated weather data or prices, instead these variables are fixed over the planning horizon at their expected levels.

In the longer-term, for the semidepleted soils of the area, the crop/pasture rotation gives better returns (Figure 2). However, over the next four seasons the cumulative return from continuous cropping is greater. The results are substantial for discount rates between 5% and 15%, except that the eventual advantage of the rotation is far greater with a lower discount rate. Given that such a lower discount rate would give a societal decision making perspective, regional policy planners should have a stronger preference for the rotation alternative than farmers. Policy advice flowing from these results should encourage farmers

- to take a longer-term view so that the crossover point in Figure 2 becomes an important consideration in their planning;
- to have a lower rate of time preference.

Table 1. An optimum strategy for switching from a conventional to a conservation tillage management system in Australia.

Year	Crop mix	Topsoil remaining (mm)	Annual NPV[a] (US$/ha)	Total NPV[a] (US$/ha)
1	WHT-3A/SUNF-1A[b]	998	224.35	224.35
2	WHT-3A/SUNF-1A	995	353.10	577.45
3	WHT-3A/SUNF-2A	993	413.45	990.90
4	WHT-3A/SUNF-2A	991	438.85	1429.75
5	WHT-3A/SUNF-2A	989	442.70	1872.45
6	WHT-3A/SUNF-2A	987	433.45	2305.90
7	WHT-3A/SUNF-2A	985	416.60	2722.50
8	WHT-3A/SUNF-2A	983	395.65	3118.15
9	WHT-3A/SUNF-2A	981	372.70	3490.85
10	WHT-3A/SUNF-2A	979	350.60	3841.45

a. NPV: net present value.
b. WHT-3A, zero tillage wheat; SUNF-1A, conventional tillage sunflower; SUNF-2A, reduced tillage sunflower.

Salinity Management in the Lake Goran Catchment, Northern New South Wales

It is estimated that the area of agricultural land affected by dryland salinity in Australia has risen from 426 000* ha in 1982 to 1.2 million ha in 1993 (Greiner 1994). The study area in the Lake Goran catchment is similarly affected; 50 000* ha of a total area of 750 000* ha are expected to go out of production during this decade (Greiner, Parton 1993). The original agricultural land uses in the area included extensive grazing, but since the 1960s the black vertisols have been progressively transferred to cropping. This has produced higher rainfall infiltration rates, higher recharge, and a rise in groundwater levels inducing soil salinization. The study, which still continues, aims to assess whether alternative land uses that can contain the salinity problem exist, and, if so, how farmers can be encouraged to adopt them.

MOFEDS (Model of the Farm Economics of Dryland Salinity), the model developed for this study is described in Figure 1. Six representative areas were identified within the catchment, each with its own recharge and physical soil characteristics. Linear programming models of case study farms from each location were constructed and validation of these models is underway. The intention is to represent spatial and intertemporal effects of salinity. The impact of a farm's activities on the salinity level in the catchment is shown by modeling spatial effects across the catchment; thus, external effects on other farms can be assessed. The iterative approach of the model—involving a loop from land use, through salinization and soil productivity, back to land

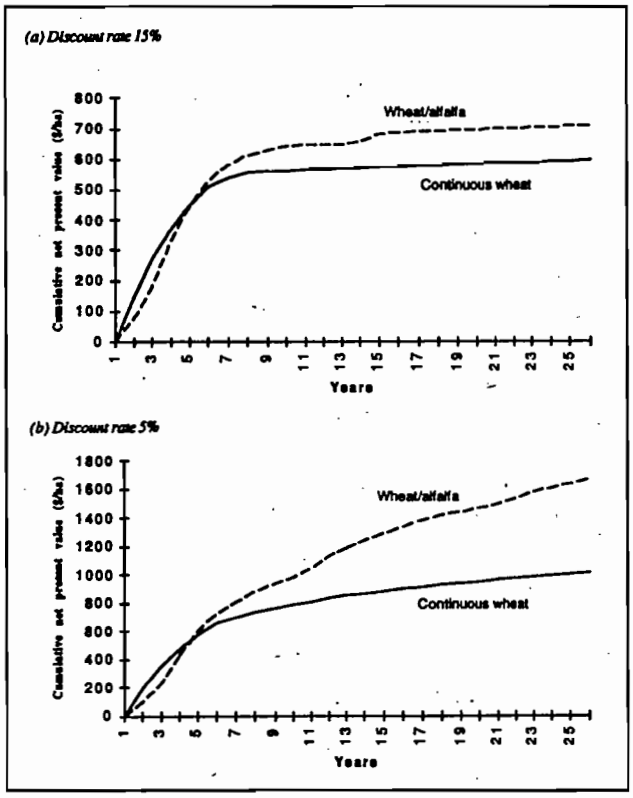


Figure 2. Comparison of returns from continuous wheat cropping and a wheat/alfalfa rotation in semidepleted soil at Billa Billa, southern Queensland.

use constraints—carries water table and salinity balances forward from one season to the next, which represents the continuing impact of salinity. Effects like a run of wet seasons can thus be observed.

The study examined whether the introduction of alfalfa into one of the modeled farms is a profitable alternative and, if so, whether it reduces the salinity problem (Table 2). The results cover only 3 years and are as yet at a preliminary level, given that MOFEDS is still at the development stage.They provide, however, an indication of the interaction in the model between production decisions, environmental impacts, and financial outcomes. The objective function maximized in this run to represent long-term profitability was the cumulative net present value over the 3 years of analysis.

The results show that alfalfa is profitable in the long term, as net present value is higher under this alternative. However, short-term profits are lower because posttax income falls initially. In addition, the alfalfa alternative requires significant capital investment, which almost doubles the total farm debt. Adoption of alfalfa reduces salinity by only a marginal amount. The multidimensional results (Table 2) suggest the different arguments in the actual farmer's objective function against adoption of alfalfa despite its long-term profitability. They include the desire for immediate income without further debt.

Concluding Remarks

The models described in this paper demonstrate the usefulness and flexibility of a mathematical programming approach to the analysis of agricultural land degradation. They were applied to issues related to soil erosion, loss of soil nutrients, and soil salinity. In each case different

Table 2. MOFEDS results showing the impact of introducing alfalfa on profitability and soil salinity in the Lake Goran catchment[a] Australia.

	Without alfalfa			With alfalfa		
	Year 1	Year 2	Year 3	Year 1	Year 2	Year 3
• Salinization (ha)						
Salt-unaffected area	980	945	910	981	962	932
Reversibly salinized area	20	40	60	19	38	55
Irreversibly salinized area	0	15	30	0	0	13
• Land use (ha)						
Wheat (long fallow)	333	327	278	312	288	249
Wheat (short fallow)	0	0	37	0	0	38
Sorghum (long fallow)	333	327	289	312	288	251
Sorghum (short fallow)	0	0	26	0	0	32
Sunflower	0	49	47	0	42	42
Barley	20	40	60	19	38	55
Alfalfa	0	0	0	0	50	100
• Farm finances (US$)						
Sales revenue	247 720	273 224	277 409	231 618	289 042	348 073
Variable production costs	93 400	101 995	105 442	87 329	90 366	95 102
Fixed costs	61 663	63 708	66 351	58 167	57 386	60 939
Earnings before interest and taxes	92 687	107 521	105 616	81 122	141 290	192 032
Interest received	100	386	1 052	100	84	1 860
Interest paid	22 500	20 904	18 813	30 675	39 235	36 099
Taxable income	70 287	87 003	87 855	55 548	102 139	157 793
Tax paid	24 646	33 389	32 727	17 866	39 298	64 899
repayments	15 229	13 936	12 542	21 385	26 157	24 066
Total owing	139 359	125 423	112 881	256 318	240 661	212 595

Source: *Greiner (1994).*

a. Average rainfall conditions, 2 m water table depth.

socioeconomic aspects were modeled, and the tradeoffs between environmental and financial objectives were shown. For example, in the salinity study an initial low level of debt encouraged the modeled farms to select less land degrading farm activities.

A normative approach was selected rather than a positive system simulation for a better representation of farmers' behavior and the complex linkages (within and between farms) in the farm production system. The incorporation of various types of objective function combined with a set of well-researched constraints allows what is considered to be a workable characterization of the decision framework in each of the case studies.

References

Greiner R. 1994. The economics of dryland salinity—a modelling approach for the Liverpool Plains, N.S.W. Paper presented at the Australian Agricultural Economics Society Conference, Wellington, New Zealand.

Greiner R, Parton KA. 1993. Analyzing dryland salinity management on a catchment scale with an economic-ecological modelling approach. Pages 1301–1306 *in* Proceedings of the International Congress on Modelling and Simulation (McAleer M, Jakeman A, eds.). Perth, Australia: University of Western Australia.

Hooke G. 1988. Interest rates, the exchange rate and farmers. Review of Marketing and Agricultural Economics 56:91–96.

McTainsh GH, Boughton WC. 1993. Land degradation processes in Australia. Melbourne, Australia: Longman Cheshire. 389 pp.

Morfe TA, Parton KA. 1994. Farm-level economics of annual cropping and soil conservation in the Central Highlands Region of Queensland. Paper presented at the Australian Agricultural Economics Society Conference, Wellington, New Zealand.

Scott JM, Pandey S, Parton KA. 1992. A framework for understanding the long-term value of pasture leys in cropping systems. Pages 198–201 *in* Proceedings, Sixth Australian Agronomy Conference, Armidale, Australia.

Study on the Arid Agricultural Development Model in Manas County, Xinjiang

Guoliang, Zhou ;[1] Yaping Hu;[1] Zulin, Shi;[2] Jiankun, He[2]

[1]Xinjiang Agriculture Academy of Science, No 38 Nanchang Road, Urumqi 830001, Xinjiang, China;
[2]ITEESA, 604 Energy Science Building, Tsinghua University, Beijing 100084, China

Abstract

Manas county is located in the southern part of the Junggar basin; it has abundant natural resources, a convenient transport network, and favorable technological conditions. Thus it has the appropriate conditions for agricultural development; however, aridity seriously restricts its development. We applied a method of system engineering, which includes a survey of current status, policy analysis, multitarget planning, and program evaluation, to understand interrelated factors that restrict development of arid agriculture in Manas county. The findings will be useful for proposing optimum planning options for policymakers. The basic principle of this model of agricultural development, with high yields and good quality, is an optimum combination of utilization and storage of water and acquired resources, through regulations and rational measures to protect resources, increasing adoption of new technologies, and improvement of soil quality by using manure. As a result, Manas county will be able to withstand a serious drought and still produce higher yields. This model of agricultural development has not only good feasibility for Manas county but also great potential for Xinjiang as a whole.

Key words

Arid agriculture, systems engineering, multitarget planning, program evaluation.

Résumé

Etude du modèle de développement de l'agriculture dans les milieux arides de la province de Manas, Xinjiang

La province de Manas se trouve dans la partie sud du bassin de Junggar et bénéficie de ressources naturelles abondantes, de bonnes voies de communication et de conditions technologiques favorables. Elle a donc de bons atouts, à part l'aridité qui représente un sérieux handicap à son développement agricole. Nous avons utilisé une méthode de recherche systémique comprenant l'étude des conditions présentes, l'analyse des politiques mises en œuvre, la planification multicible et l'évaluation des programmes, de façon à connaître les facteurs qui freinent le développement agricole dans les milieux arides de la province de Manas. Il sera ainsi possible de soumettre aux décideurs des propositions optimales pour l'élaboration de leurs politiques agricoles. Le principe sur lequel se fonde ce modèle de développement agricole, qui mise sur un haut rendement et une bonne qualité de la production agricole, est une combinaison optimale entre l'utilisation et le stockage de l'eau et des ressources acquises, en prenant des mesures rationnelles pour protéger les ressources, en favorisant l'utilisation de nouvelles technologies et en amendant les sols avec du fumier. De la sorte, la province de Manas sera capable de résister à une grave sécheresse et d'augmenter le rendement de ses cultures. Ce modèle de développement agricole n'a pas seulement une bonne faisabilité dans la province de Manas, mais a de grandes chances de réussir dans tout le Xinjiang.

Introduction

Manas county is located in the southern part of the Junggar Basin, in the middle of the industry-concentrated urban region on the north slope of the Tianshan Mountain. It has abundant natural resources, convenient transport, and favorable technological conditions; however, aridity seriously restricts its development.

Agriculture is an open, man-controlled system, with various departments and levels promoting and restricting each other. Its development needs to optimize the overall advantages based on natural and economic regulations. We used optimum models to point out the restrictive relationship between the components involved in the county's arid agriculture system to find out the crux points of the county's arid agricultural development, and to propose various optimum schemes for selection, decision, and reference.

Principles of the Model and its Resolution

Our model of arid agricultural development (Figure 1) in Manas county was intended to be accurate, concise, practical, and popular. We focused on the following aspects.

- Protection and improvement of the bioenvironment. Bioenvironment degradation has negative effects on efficient recycling of the agricultural system and drastic consequences for the future. Of paramount importance are forestry, grassland management, and efficient use of organic fertilizer.
- Rational exploitation and utilization of limited agricultural resources. Protection and rational utilization ensures efficient distribution and maximum comprehensive benefit.
- Matching area of farmland to availability of water. As aridity is the major concern in Manas County, the model aims to maintain the water/land balance through responsible exploitation of wasteland and development of technologies to economize on water.
- Matching number of animals to availability of grass, and production to forage. Efficient management increases the economic benefits of animal husbandry.
- Increasing the use of fertilizer and improving land quality. to increase unit output and proportion of highly productive fields. At present, insufficient soil fertility, low unit output, and a scarcity of highly productive fields are conspicuous problems in Manas county. The main direction for its future agriculture development is to focus on improving the output of fields of medium productivity.
- Deciding the scale and speed of development through investment. The scale of agriculture development in the county is, to a large extent, restricted financially. It is very important to adjust to the appropriate scale and rate of development and to study the investment structure. The key is to increase investment effectiveness.
- Achieving maximum comprehensive efficiency. Efforts are required to encourage close interaction between agriculture, forestry, animal husbandry, fishery, and village-owned enterprises, and to develop mutual promotion and coordination.

In the optimum model, the entire county was considered on the basis of two agricultural and pastoral areas, 17 types of crop, four types of wood, two types of grass, three levels of planting for output, two types of fertilizer, four types of seasonal forage, five types of irrigation project, four types of farming water, nine types of domestic animal, and two types of population (rural and urban). The model consisted of four objective functions, 399 restriction equations, and 482 variables. The most important of these follow.

- Land restriction. Includes restrictions on crops sown, forestry, gardening, grazing areas, exploitation of wasteland, and improvement of fields of high , medium, and low productivities.
- Balance of water supply and demand. Includes restrictions on water (surface and underground) resources, water supplies for farming, forestry, gardening, grazing, animal husbandry, and fishery, and water for processing industries and domestic use. The scale of the water economization project must be considered.
- Output calculation.
- Fertility balance.
- Forage balance.
- Grass forage balance.
- Restriction on scale of development of animal husbandry.
- Restriction on scale of development of the fishery and processing industries.
- Restriction on population growth rate and consumption level.
- Objective function. Maximize the total agricultural output value ($F1$), maximize the net value of agricultural output ($F2$), minimize the total investment ($F3$), and minimize the input amount of organic fertilizer ($F4$). The mathematical formula for optimization of the industrial structure (Yuda 1990) is:

$$Max.\mathrm{F}(X) \sum_{j=1}^{n} CkjXj \qquad (k = 1,2,..S;\ j = 1,2,...,N)$$

$$\text{s.t. } a_{ij}X_j \le B_i \qquad (i = 1,2,...,M;\ j = 1,2,...,N)$$

For calculation, the multitarget should be converted into a single target using the method of optimization of the degree of satisfaction. This is carried out as follows. (a) Taking Fi as the objective, obtain the objective values $F1i$, $F2i$, $F3i$, and $F4i$ (i = 1,2,3,4). (b) Obtain Fjmax and Fjmin for Fji (j, i = 1, 2, 3, 4). As $F1$, $F2$ represents the highest value and $F3$, $F4$ the smallest, the following restriction formulas can be used to solve the problem of degree of satisfaction:

$$(Fi - Fi\min)/(Fi\max - Fi\min) > LAM \ (i = 1, 2)$$

$$(Fi\max - Fi)/(Fi\max - Fi\min) > LAM \ (i = 3, 4)$$

$$LAM \ge 0, LAM \le 1.0$$

The objective function is: Max. $Z = LAM$

Computer software (GAMS) is required to achieve optimum resolution for the model.

We considered seven schemes (Table 1) based on resolutions selected from the multitarget to locate an accurate, reliable scheme that could be applied directly. Each scheme was evaluated thoroughly in terms of total investment, wasteland exploitation areas, transformation of fields of low and medium productivity, and annual water

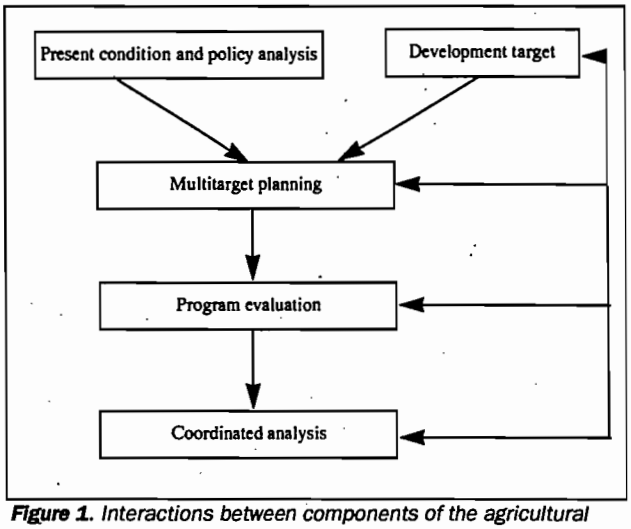


Figure 1. *Interactions between components of the agricultural development model.*

Table 1. Microscopic decision volumes of the multischeme resolution.

Scheme	Investment capacity (10^6 US$)	Wasteland exploitation (10^4 ha)	Transformation (10^4 ha)	Water volume (10^8 cm^3)
1	11.5	0.53	1.2	3.0
2	14.9	0.67	1.2	3.0
3	17.2	0.67	0.8	3.2
4	20.7	0.80	1.0	3.3
5	23.0	0.80	1.2	3.4
6	26.4	1.00	0.5	3.5
7	28.7	1.33	0.4	3.5

conveyance. The four decisions of the macro development scale were selected.

Scheme Evaluation and Basic Decision

The schemes obtained through calculation of the optimum model each provided effective resolution. It was therefore necessary to evaluate each scheme to identify the most appropriate.

Establishment and Calculation of the Evaluation Index

The way in which the evaluation index is established will directly influence the final resolution. The effect may or may not be significant. We selected 18 indexes appropriate to the characteristics of the arid agricultural system in Manas county and considered economic and social profits, ecological environment, and resource utilization. The indices can be classified into two types—the output or profit index, which is the better at identifying higher values, and the input index, which is more appropriate for smaller values. Using the multischeme resolution (or the decision values of the various schemes), the indices were obtained for each scheme (Table 2).

Comprehensive Evaluation of the Degree of Fuzzy Satisfaction

We adopted a fuzzy evaluation method to further estimate the seven efficient schemes.

- Procedure 1. For each scheme, calculate the assessment value of the various evaluation indices:

  Qij (scheme i; index j; $i = 1,2,...,7$; $j = 1,2,...,18$)

- Procedure 2. Apply the value of the degree of satisfaction to the various evaluation indices of each scheme. The degree of satisfaction is introduced as follows. Give out the upper and lower limits to each scheme index. Take the smallest and greatest values out to the lower (Qlow) and upper (Qup) limits. If the index improves as it increases, then, using the scheme index value Q, the degree of satisfaction is given by:

  $U = 1 - (Q\text{up} - Q)/(Q\text{up} - Q\text{low}) = (Q - Q\text{low})/(Q\text{up} - Q\text{low})$

  If the index deteriorates as it decreases, then the degree of satisfaction is given by:

  $U = 1 - (Q - Q\text{low})/(Q\text{up} - Q\text{low}) = (Q\text{up} - Q)/Q\text{up} - Q\text{low})$

  Thus, the satisfaction degree matrix $[Uij]$ ($i = 1,2,...,7$; $j = 1,2,...,18$) can be obtained.

- Procedure 3. Calculate the degree of satisfaction, Mi, for each scheme:

$$Mi = \prod_{j=1}^{18} Uij \qquad (i = 1,2,...,7)$$

- Procedure 4. List the largest and smallest Mi values for the various schemes. The smaller Mi is, the poorer is the scheme.

We used this method to evaluate the seven schemes listed in Table 2. Scheme 4 had the best value of comprehensive degree and was considered the fundamental scheme.

Calculation Resolution and Policy Analysis

The main characteristics of scheme 4 are: positive transformations (area of fields of medium and low productivity, 10^4 ha); appropriately exploited wasteland

Table 2. Evaluation indices for the various schemes

Scheme	1	2	3	4	5	6	7
Total agriculture output value (10^6 US$)	54.0	55.2	54.0	58.0	54.6	55.7	58.6
Total grain output (10^4 t)	6.7	6.6	7.6	8.0	7.8	7.8	8.0
Unit wheat output (t/ha)	5.25	5.25	5.10	5.18	4.80	4.50	4.20
Proportion of product and input (%)	4.40	4.30	4.40	4.80	4.50	4.10	4.10
Transformation of medium and low production fields (%)	0.67	0.67	0.35	0.50	0.55	0.30	0.30
Seasonal adjustment capacity of water (10^4 m^3)	500	500	5500	5500	5500	5500	7000
Coefficient of water utilization	0.65	0.65	0.70	0.70	0.70	0.75	0.75
Total water supply capacity (10^8 m^3)	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.5
Yearly average income per capita (US$)	167	172	184	201	191	191	190
Average grain possession per capita (kg)	515	515	585	615	600	600	600
Forest covering (%)	16	17	13	14	13	10	11
Total agriculture investment (10^6 US$)	11.5	14.9	17.2	20.7	23.0	26.4	28.7
Total investment of irrigation (10^6 US$)	3.7	8.6	11.5	14.5	15.1	17.2	13.2
Total investment of fertilizer (10^6 US$)	1.6	1.6	1.4	1.4	1.4	1.6	1.7
Total investment of fertiiizer (10^6 US$)	4.0	4.6	4.6	4.7	4.8	5.2	5.2
Occupied land area (10^4 ha)	4.40	4.50	4.67	4.80	4.80	5.00	5.30
Total water requirement (10^8 m^3)	3.20	3.30	3.50	3.50	3.55	3.60	3.70
Total fertilizer requirement (10^4 t)	3.30	3.30	3.00	3.00	3.30	3.40	3.60

(wasteland exploitation area, 8000 ha), common techniques (investment, 20.7 x 10^6 US$), and medium water supply (3.3 x 10^8 m^3). Compared with the other schemes, its micro decision figures are more closely related to the actual situation in Manas county.

- Scale of comprehensive agricultural exploitation. By the end of this century, agricultural land in the county will cover 54 300 ha, cultivated land, 46 000 ha, orchards, 530 ha, forests, 5700 ha, and man-made grasslands, 2000 ha of the total sown area. Fields of high and medium productivity will comprise 44.5%, of medium productivity, 39.29%, and of low productivity, 16.15%.
- Agricultural output and production level. By the end of this century, outputs will be as follows: grain products, 101 200 t; cotton, 7 700 t; tomato, 32 700 t; oil crops, 11 100 t; and livestock, 375 000 t. The average possession of grain per capita will be 862 kg, of oil crops, 89 kg, and of meat 27 kg. Unit output of the various major products will attain medium or high levels in China.
- Scale of rational exploitation and utilization of water resources. By the end of this century, the total water supply in the county will be 4.63 x 10^8 m^3—0.77 x 10^8 m^3 from wells, 2.91 x 10^8 m^3 from rivers, and 0.95 x 10^8 m^3 from reservoirs.
- Total agricultural investment. By the end of this century, total agricultural investment will be 20.7 x 10^6 US$, of which 69.92% will be invested in irrigation projects, and 30.08% in comprehensive agricultural development. This is a midscale investment scheme based mainly on investments by farmers and herdsmen with supplementary government support. The major concern is to increase the efficiency of water utilization. Increased water storage capacity and water saving is the first-stage target in establishing a conveyance irrigation system for comprehensive agricultural exploitation.

The model of arid agriculture development in Manas county was tested in extensive drought in 1989 and 1991. Its effectiveness was proved, and it can therefore be used as a reference for the decisionmaker.

References

Yuda H. 1990. The optimum of multitarget. Shanghai, China: Shanghai Science and Technology Press.

Participatory Inquiry: Beyond Research and Extension in the Sustainability Era

Campbell, Andrew
INRA-URSAD, Centre de recherche de Toulouse, BP 27, 31326 Castanet-Tolosan, France

Abstract
Sustainability is a complex, contested, constructed, and contextual concept. It frustrates conventional institutional arrangements and ways of thinking about research and extension. Environmental issues are characterized by complex interactions between socioeconomic and biophysical factors, large scales in space and time, and technical uncertainty and risk. They involve multiple stakeholders often with conflicting interests and values. These challenges require a spectrum of different modes of inquiry, in which participatory approaches become more important in response to increasingly complex issues and diverse stakeholders. Participatory inquiry offers many advantages over more traditional transfer of technology approaches, but the incorporation of macro political and economic issues, which have a critical bearing on the quest for sustainability, remains problematic.

Key words
Sustainability, research and extension systems, participatory processes, technology transfer, knowledge systems.

Résumé
Recherche participative : au-delà de la recherche et du développement pour une ère durable
La durabilité est un concept compexe, contextuel et contesté. Ce concept va à l'encontre des chemins de pensée et d'organisation empruntés par les institutions conventionnelles pour la recherche et le développement. Les problèmes d'environnement se caractérisent par des intégrations complexes entre les facteurs socio-économiques et biophysiques, par de larges échelles de temps et d'espace, ce qui rend leur exacte compréhension ainsi que notre capacité technologique à les résoudre très incertaines. De plus, ils impliquent de nombreux acteurs, ayant souvent des intérêts et des valeurs conflictuels. S'attaquer à ces défis nécessite un éventail de modes d'investigation, dont l'approche participative, qui devient de plus en plus essentielle avec la diversification croissante des acteurs et la complexité accrue des problèmes. La recherche participative offre de nombreux avantages par rapport aux approches plus traditionnelles de transfert de technologie, mais l'intégration des problèmes macro-politiques et macro-économiques, d'un poids déterminant dans la quête de la durabilité, reste problématique.

Introduction

Sustainability is a complex, contested, constructed, and contextual concept. It frustrates conventional institutional arrangements and ways of thinking about research and extension. If agriculture is serious about the concept of sustainability it must question the assumptions underpinning research and extension. It may be more useful to use the words 'inquiry' and 'learning'. Inquiry refers to the process of finding out about the world, and learning, which has a recursive and reflexive relationship with inquiry, refers to the process of making sense of the world and informing practice. This does not signify that conventional science and basic research do not have a role to play in the quest for sustainability. On the contrary, their role is confirmed as sustainable farming systems are likely to be more knowledge—and management—intensive. But they represent only one type of inquiry which is relevant to particular situations and complements other modes of inquiry and learning in an effort to improve sustainability of farming systems. Both inquiry and learning may involve elements of what we now consider to be research and extension, but the distinction between them is blurred because knowledge is seen as a social construction, which is context- and value-dependent.

This paper draws on experience and analyses based on the Landcare movement in Australia, some elements of which are described in a complementary paper for this symposium (Campbell 1994b) and other publications (Campbell 1994a, in press).

Sustainability

Attempts to define sustainability miss the point that, like beauty, sustainability is in the eye of the beholder. In any discussion on sustainability it is necessary to clarify some simple questions: sustain what? for whose benefit? measured by which criteria? over what area? for how long? Answering these questions involves weighing up and trading off values, beliefs, priorities, and goals. It is inevitable that assessments of relative sustainability are socially constructed, which explains why there are so many "definitions" of sustainability. Social, ecological, and economic parameters of systems, entities, or phenomena can be defined and measured; together, they give an indication of relative sustainability, but weighing up these parameters will always be a matter for negotiations and trade-offs. For a given parameter, certain levels or trends may be "more sustainable," "less sustainable," "nonsustainable," or "sustainable" (in a narrow ecological or economic sense). Evaluation of the social, ecological, and economic attributes of an entity to assess its relative sustainability is never an objective process governed by natural laws or mathematical formulas because it is heavily embedded in a social, historical, and biophysical context.

Nevertheless, there is an emerging consensus about the broad directions in which modern farming systems need to move to become more sustainable. According to Röling (1992b), compared with modern industrialized agriculture, sustainable agriculture is more complex, more diverse ecologically and economically, more dependent on the beliefs, values, and ethics of farmers. It involves longer time frames, requires more information than inputs, depends more on natural processes, represents more of a craft than a recipe or formula, and often requires cooperation at levels beyond the individual farm. The International Federation of Agriculture Producers (Anon 1991) posits that sustainable farming systems should reflect and be adapted to the needs, skills, training, and finances of land users, and environmental constraints (climate and landscape). They should minimize dependence on nonrenewable, imported resources. They should also be compatible with the sociocultural environment and not, for example, force people to adopt practices against normal behavior and traditions, or result in migration of rural people to cities.

Environmental issues typically involve complex interactions between socioeconomic and biophysical factors. They often demand solutions over larger areas and longer time frames than current policy and decision making systems can handle. They often involve significant degrees of technical uncertainty and risk, and address multiple perspectives, interests, and values of diverse stakeholders. These characteristics suggest that if systems of agricultural inquiry and learning in industrialized countries seek to effectively develop more sustainable farming systems, they will need to:

- involve multiple stakeholders at all stages in the process of inquiry;
- take into account complexity, uncertainty, and conflicting values, interests, and perspectives;
- deal with "people problems";
- consider larger scales in space and time than traditional science;
- adapt to specific contexts, with more emphasis on principles and processes than formulas;
- be capable of integrating social, economic, and ecological issues.

Paradigms of Inquiry and Learning in Agriculture

Diffusion Theory and Transfer of Technology

The diffusion theory and its spin-off, the transfer of technology (ToT) paradigm of agricultural research and extension, are outlined in Rogers (1983) and Röling (1988). Research and extension systems based on this model have successfully increased agricultural production in many countries, including Australia. However, the challenge of sustainability exposes the limitations of the diffusion theory, and, consequently, of ToT. While the ToT model may have been effective in increasing production for certain categories of farmers and conditions, it is severely limited in its applicability to the more complex, contextual, and technically imprecise challenge of developing and promul gating more sustainable farming systems (Bawden 1991; Chambers, Jiggins 1987; Röling 1988, 1992a; Russel, Ison 1991; Zijp 1991).

Some of these limitations include: emphasis on farmers' propensity to adopt technology, rather than its nature (Rogers 1983); inability to predict the conditions in which diffusion could be expected to work (Röling 1988); and focus on the individual as the unit of analysis. The assumption that a given innovation is uniformly useful to all farmers ignores that: information is distorted through the diffusion process; rewards vary between early and late adopters of innovations (Röling 1988); there is wide diversity among farmers and their farming styles (van der Ploeg 1991); and social consequences are significant (Goss 1979). Research and extension systems based on the ToT model tend to be biased toward larger and more "successful" farmers (Chambers, Jiggins 1987).

Knowledge Systems and Actor-Oriented Perspectives

The knowledge systems theory (Röling 1985, 1988; Röling, Engel 1991) overcomes many limitations of the ToT model. It encourages recognition of a multiplicity of relatively autonomous actors and acknowledges that there are many different, equally valid, sources and types of information, which are transformed and transferred in multiple directions, not just unidirectionally from science to practice. Further, the theory is based on the assumption that knowledge and understanding are socially constructed and people hold the meanings; hence, knowledge systems are above all people systems, with all the messiness, dynamism, and unpredictability of the human condition and social interaction. Emphasis is now laid on process, and the role of experts shifts from transfer of knowledge products to facilitating of knowledge processes (Röling 1992a). The knowledge systems theory appears to be more constructive,

heuristic, and pertinent to the imperatives of sustainability than ToT, as it attempts to encompass socioeconomic and biophysical issues, to embrace diversity and holistic inquiry, and to cope with technical uncertainty and longer time frames over larger areas.

However, this school of thought also has its critics. A continual danger for knowledge systems theory proponents—many of whom are biophysical scientists who comfortably think about systems in terms of organizations, machinery, or organisms—is to conceive knowledge systems as empirically tangible, "hard" systems, rather than an abstract construct to aid thinking and focus debate.

Röling (1992a) acknowledges that the focus of the knowledge systems theory on networks and institutions tends to obscure knowledge processes occurring independently of institutions. For example, knowledge utilization by farmers is basically a local process depending crucially on their own perceptions of production conditions—and presumably their skills, experience, and farming styles (van der Ploeg 1991)—to which inputs from outside agents can be added (Box 1990). This concern is amplified by Leeuwis et al (1991), who question the distinction made by Röling and Engel (1991) between knowledge and information, which is a key feature of the knowledge systems theory. They assert that information and knowledge "are in fact elements of a single interpretive process, since information has no meaning if it cannot be internalised, and by being internalised, it becomes part of a stock of knowledge. It is not helpful therefore to dichotomise the two." They suggest that this dichotomy leads to an overemphasis on the individual-cognitive aspects of knowledge at the expense of intersubjective social and cultural processes of knowledge construction, which are crucial in the sustainability context where facts are often uncertain and values in dispute, yet decisions have to be made.

The knowledge systems framework is predominantly descriptive and capable of showing which problems exist within a particular situation, but not why and how such problems come into being (Leeuwis 1993). Nor does it necessarily follow that interventions to correct perceived pathologies will emerge from a knowledge systems perspective. This leads to possibly the most problematic aspect of the knowledge systems theory, especially from the perspective of developing more sustainable systems of land use and management; it is the extent to which the system can handle issues of power, conflict, and agency. While it is possible to make normative statements about the desirability of a balance between the intervention power of institutions and other system drivers, and the countervailing influence of farmers, beneficiaries or clients, the knowledge systems theory sheds little light on how this can be achieved.

These criticisms have emerged out of a lively debate between proponents of the knowledge systems theory and sociologists at the Wageningen Agricultural University, The Netherlands, in which the sociologists look at rural social change from an actor-oriented perspective (Long 1992). The analytical concepts of an actor-oriented approach explicitly show the differentiated lifeworlds, interests, and social strategies of various actors in a given situation. Exploring these differences adds a richness to the analysis and is likely to lead to insights that might remain obscured within a knowledge systems analysis, and which could certainly not be handled by the ToT paradigm. Actor-oriented analysis is aimed at understanding, not at action to improve situations. Leeuwis (1993) acknowledges that "knowledge for understanding," knowing how and why, remains a problematic distance away from improved intervention practice.

Participatory Inquiry

Participatory inquiry in its current forms is a creature of the sustainability era, although participatory approaches in extension are hardly new. Maunder (1963) quoted the following definition of extension education as seen by the United States Department of Agriculture (USDA) more than 30 years ago: "The process of extension education is one of working with people, not for them: of helping people become self-reliant, not dependent on others; of making people become the central actors in the drama, not the stage hands or spectators."

Pretty (1993) notes that diverse participatory approaches are emerging in a variety of contexts, but they are based on common principles and processes. He defines participatory inquiry as: "A structured methodology based on principles of multiple perspectives, group inquiry, context specificity, and flexibility that uses systematic methods to bring about changes in problem situations that the people in these situations see as improvements." Pretty lists 27 different variations on "packages" of participatory inquiry, including participatory rural appraisal, rapid rural appraisal, participatory technology development, and soft systems methodology. The key elements of participatory inquiry (Pretty 1993) are:

- a defined methodology and systematic learning process;
- multiple perspectives, "heavy with interpretation, bias and prejudice";
- inquiry based on groups mixed according to disciplines, sectors, or insiders/outsiders;
- context—specific approaches, to include multiple variants;
- emphasis on process;
- inquiry, which leads to debate about change and often leads to action.

Participatory inquiry can draw from a range of sampling methods. Methods for building and maintaining effective teams, setting up interviews and dialogue, and developing visualization and diagramming are reviewed in Cornwall et al (1993). Participatory inquiry has many of the elements that together constitute a paradigm (Kuhn 1970). A further element which has surfaced frequently is the call for a new professionalism in agriculture (Chambers, Jiggins 1987; Chambers et al 1989; Pretty, Chambers 1993). Working towards sustainable agriculture demands not only new theoretical and practical methods of its professionals, but a new sense of what it means to be a professional in agriculture. Pretty and Chambers (1993) contrast the new professionalism with the old (Table 1), thus fleshing the comparison between the old paradigm and a possible alternative.

However, this discussion should not be construed as suggesting that there is no place for reductionist, controlled, pure research. Such inquiry has a definite and an important

Table 1. Changing professionalism in agriculture (Pretty, Chambers 1993).

	From old professionalism	To new professionalism
Assumptions about reality	Singular, tangible reality	Multiple, socially constructed realities
Scientific method	Reductionist and positivist; world split into independent variables and cause-effect relationships; critical importance of categories and perceptions of researchers	Holistic and postpositivist; subject-object and method-data distinctions are blurred; focus on local categories and perceptions
Strategy and context of inquiry	Investigators know what they want; prespecified research plan or design; information extracted from respondents or derived from controlled experiments; is contextindependent and controlled	Investigators are not sure where research will lead; open-ended learning process; understanding and focus emerge through interaction; context of inquiry is fundamental
Who sets priorities?	Professionals	Local people together with professionals
Relationship between all actors in the process	Professionals control and motivate clients from a distance; they tend not to trust people who are simply objects of inquiry	Professionals enable and empower through close dialogue; they attempt to build trust through joint analyses and negotiation; understanding arises through this engage ment, resulting in inevitable interaction between investigators and objects of research
Mode of work	Monodisciplinary; working alone	Multidisciplinary; working in groups
Technology or services	Rejected technology or service assumed to be fault of local people or local conditions: technology first	Rejected technology or service is failed technology: people first
Career development	Inward and upward movement; as practitioners get better, they are promoted and take on more administration	Outward and downward movement; professionals stay in touch with action at all levels

role to play, as sustainable farming systems are likely to be more complex and require sophisticated, specialized technical knowledge. However, this type of inquiry should be seen at one end of a spectrum of approaches—from technology transfer to participatory human resource development (embodying the new professionalism)—relevant to different contexts.

The type of inquiry, its assumptions, and the necessary skills vary with the situation (Figure 1). This concept moves on from limiting notions of user—driven versus technology—driven research and extension. Technical know-how is not made redundant as situations become more complex, rather it is built upon, like layers in an onion, as the spectrum moves towards social learning. In modern industrialized farming systems, as science becomes more sophisticated and specialized and loci of innovation move off-farm, feedback from farmers to researchers becomes more problematic; user-driven models are therefore likely to have less influence on the nature of research (Cary 1993). Moreover, farming systems based on such technology and farmers' adoption behavior are growing increasingly complex that reliance on technology-driven approaches alone is inadequate (Cary 1993). Participatory approaches attempt to enhance feedback between specialists and land users, and to create favorable learning environments to enable widespread adoption of sustainable practices (Campbell 1994b). Too much emphasis is still laid on stimulating attitude change because adoption is believed to be based on empirical evidence (Wilkinson, Cary 1992) that farmers' attitudes change in response to behavior change, and that adoption is influenced more by considerations such as profitability, risk, complexity, and practicality than by attitudes, beliefs, or ethics. The need to examine, from the perspectives of end users, the nature of a technology and the target socioeconomic context supports the demand for participatory approaches.

It is important to clarify what is meant by the term 'participation'. It is used to justify systems of top-down coercion and control, just as it is used to refer to systems based on bottom-up communication and involvement. A typology of participation (Table 2) established by Pretty (1993) shows that not everything labelled "participatory" is consistent with the principles outlined above.

Early writings on participatory inquiry tended toward advocacy rather than analysis. They took a simplistic, undifferentiated view of rural people's knowledge (then called 'indigenous technical knowledge', leaving out its cultural, ecological, and social context) and relied on basically extractive forms of inquiry. Proponents continued to assume that development requires intervention by outsiders and ignored fundamental sociocultural and politicoeconomic dimensions of knowledge processes. They have consequently been criticized as populist and naive (Scoones, Thompson 1994).

Pretty (1993; Pretty, Chambers 1993) has done much to accommodate early criticisms by developing trustworthiness criteria for the outputs of participatory inquiry and by focusing on: differences between extractive and empowering participation, circumstances that favor or impede effective use of participatory techniques, and the type of professionalism required to make participatory inquiry permeate intervention practice. Subsequent "beyond farmer first" literature (Scoones, Thompson 1993; Cornwall et al 1993) is grounded in a growing volume of empirical work. It is less concerned with advocacy than analysis and instilling of some rigor into the praxis of participatory inquiry.

Nevertheless, critics argue that much participatory inquiry still reeks of positivist, hard systems approaches as it tries to find consensus solutions to identified problems through managed interventions. Much remains to be done to develop robust participatory methods based on a theoretical position that is closer to the actor-oriented perspective.

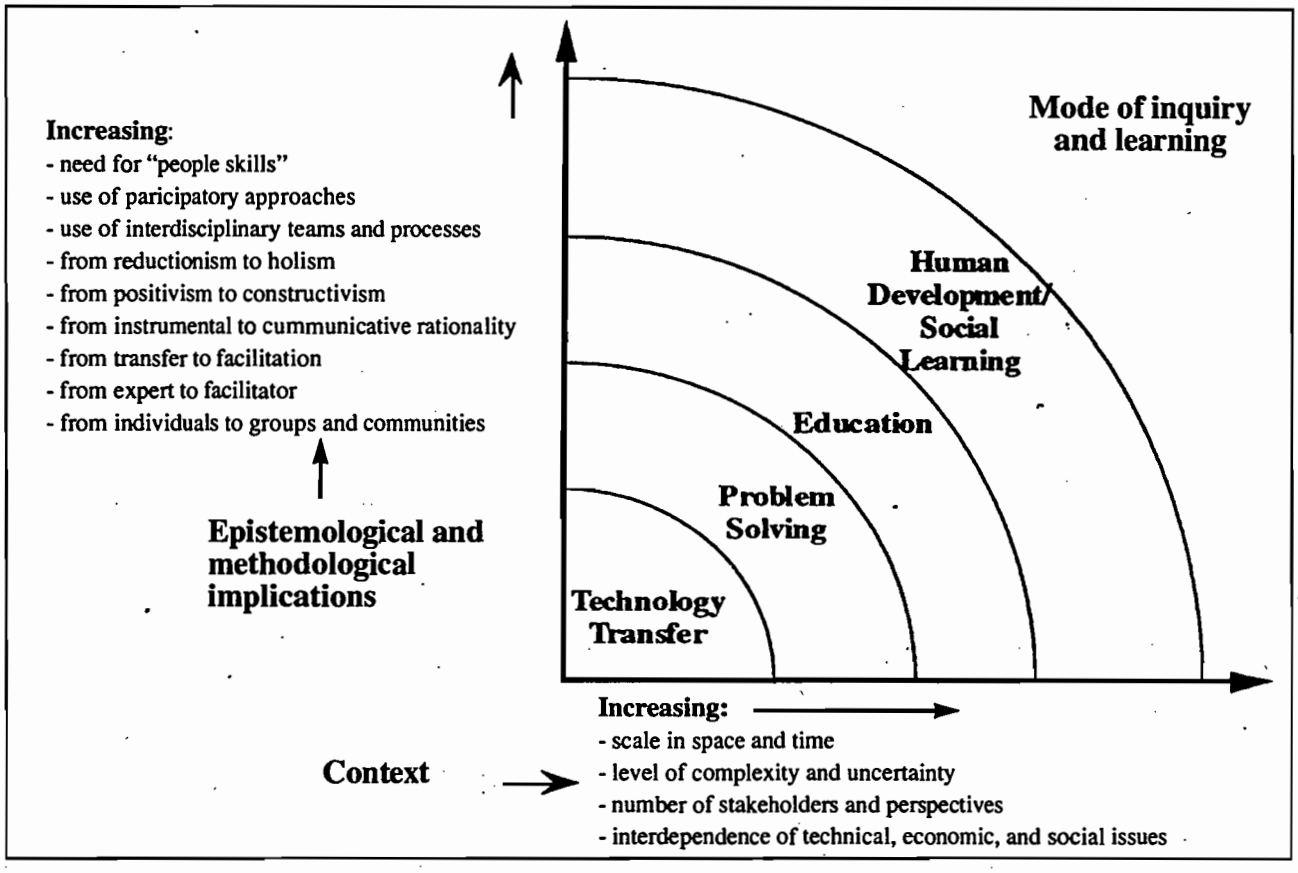


Figure 1. *Spectrum of inquiry and learning in agriculture.*

Table 2. A typology of participation (based on Pretty 1993).

Typology	Characteristics of each type
Announcements and information sharing	People participate by being told what is going to happen or has already happened. The announcement is made unilaterally by a government administration or project management, without listening to people's responses. The information being shared belongs only to external professionals.
Data gathering	People participate by answering questions posed by extractive researchers for questionnaire surveys or similar operations. People do not have the opportunity to influence proceedings, as the findings are neither shared nor checked for accuracy.
Consultation and listening	People participate by being consulted, and external agents listen to views. The agents define both problems and solutions and may modify these in the light of people's responses. Such a consultative process does not concede any share in decision making, and professionals are under no obligation to take people's views on board .
Instrumental involvement	People participate by providing resources, for example labor, in return for food, cash, or other material incentives. Much on-farm research falls into this category: farmers provide the land but are not involved in experimentation or learning processes. It is very common to call this participation, yet people have no stake in prolonging activities when the incentives end.
Functional participation	People participate by forming groups to meet predetermined objectives related to the project, which can involve the development or promotion of externally initiated social organization. Such involvement does not usually exist at early stages of project cycles or planning, but after major decisions have been made. The institutions tend to be dependent on external initiators and facilitators, but may become self-reliant.
Interactive participation	People participate in joint analysis, which leads to action plans and the formation of new local groups or the strengthening of existing ones. Such participation tends to involve interdisciplinary methods that seek multiple objectives and make use of systematic and structured learning processes. As the groups take control over local decisions, people have a stake in maintaining structures or practices.
Self-mobilization	People participate by taking initiatives independent of external institutions to change systems. Such self-initiated mobilization and collective action may or may not challenge existing inequitable distribution of wealth and power.

Such a position would be based on assumptions of: differentiated interests, goals, and power between actors and networks; multilayered, diffuse, fragmentary knowledge among actors with complex, inequitable, discontinuous interactions between them. It would involve bridging, accommodation, and conflict mediation to reach and implement negotiated outcomes. Outsiders would be integrated as active participants in process learning and action and insiders would be encouraged to participate creatively and actively (Scoones, Thompson 1993).

Conclusion

The success of certain participatory approaches in Australia (Campbell 1994, in press) suggests that participatory inquiry has much to offer. It legitimates land user involvement in research and land use planning. It provides a conceptual framework for retraining and establishing a new professionalism in agricultural institutions. It also makes space for the diverse perspectives, capacities, interests, and knowledge of the actors who need to be involved in developing more sustainable systems of land use and management. However, an obvious gap is the lack of attention to the wider politicoeconomic context in each of these approaches. Another problem concerns scaling up to areas larger than the community or region and to time frames longer than conventional economic and political planning horizons. These issues are fundamental constraints to community participation and sustainable agriculture in Australia and are likely to be so for the development of more sustainable farming systems elsewhere.

Acknowledgments

This paper is based on work funded by the Australian Land and Water Resources Research and Development Corporation, the Rural Industries Research and Development Corporation, and the National Landcare Programme.

References

Bawden RJ. 1991. Systems thinking and practice in agriculture. Journal of Dairy Science 74:2362—2373.

Box L. 1990. From common ignorance to shared knowledge: knowledge networks in the Atlantic zone of Costa Rica. Studies in Sociology 28. Wageningen, The Netherlands: Wageningen Agricultural University.

Campbell, CA. 1994a. Inquiry and learning for agricultural sustainability—lenses on Landcare in Australia. Thesis: Wageningen Agricultural University, The Netherlands. 108 pp.

Campbell, CA. 1994b. Landcare in Australia—spawning new models of inquiry and earning for sustainability. (This publication)

Campbell, CA. Landcare—communities shaping the land, the future. Sydney, Australia: Allen and Unwin. (In press)

Cary, JW. 1993. Changing foundations for government support of agricultural extension in economically developed countries. Sociologia Ruralis 33(3/4):336—347.

Chambers R, Jiggins JLS. 1987. Agricultural research for resource-poor farmers. Agricultural Administration and Extension 27:35—52, 109—128.

Chambers R, Pacey A, Thrupp L (editors). 1989. Farmer first—farmer innovation and agricultural research. London, UK: Intermediate Technology Publications.

Cornwall A, Guijt I, and Welbourn A. 1994. Acknowledging process: challenges for agricultural research and extension methodology. Pages 21—48 *in* Rural people's knowledge, agricultural research and extension practice. Research Series I(1). London, UK: International Institute for Environment and Development.

Goss KF. 1979. Consequences of diffusion of innovations. Rural Sociology 44(4):754—772.

Kuhn TS. 1970. The structure of scientific revolutions. 2d ed. Chicago, USA: The University of Chicago Press.

Leeuwis C. 1993. Of computers, myths and modelling: the social construction of diversity, knowledge, information and communication technologies in Dutch horticulture and agricultural extension. Studies in Sociology 36. Wageningen, The Netherlands: Wageningen Agricultural University.

Long N. 1992. Introduction. Pages 3—43 *in* Battlefields of knowledge: the interlocking of theory and practice in social research and development (Long N, Long A ed.). London, UK: Routledge.

Maunder AH. 1963. Extension programme development. Pages 206—217 *in* Proceedings, Australian Agricultural Extension Conference. Melbourne, Australia: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO).

Pretty JN. 1993. Alternative systems of inquiry for a sustainable agriculture. London, UK: International Institute for Environment and Development. 19 pp.

Pretty JN, Chambers R. 1993. Towards a learning paradigm: new professionalism and institutions for Agriculture. IDS Discussion Paper 334. Brighton, UK: Institute for Development Studies, University of Sussex. 68 pp.

Rogers EM. 1983. Diffusion of innovations. New York, USA: The Free Press.

Röling NG. 1985. Extension science: increasingly preoccupied with knowledge systems. Sociologia Ruralis 25(3/4):269—290.

Röling NG. 1988. Extension science. Information systems in agricultural development. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Röling NG. 1992a. Facilitating sustainable agriculture: turning policy models upside down. *In* Proceedings, Beyond farmer first: rural people's knowledge, agricultural research and extension practice. Brighton, UK: Institute of Development Studies, University of Sussex.

Röling NG. 1992b. The emergence of knowledge systems thinking: a changing perception of relationships among innovation, knowledge process and configuration. Knowledge and Policy 5(1):42—64.

Röling NG, Engel PGH. 1991. IT from a knowledge system perspective: concepts and issues. Pages 8-20 *in* Proceedings of the European Seminar on Knowledge Management and Information Technology (Kuiper D, Röling NG ed.). Wageningen, The Netherlands: Department of Extension Science, Wageningen Agricultural University.

Russell DB, Ison RL. 1991. The research-development relationship in rangelands: an opportunity for contextual science. *In* Proceedings, Fourth International Rangelands Congress, Montpellier, France.

Scoones I, Thompson J. 1993. Beyond farmer first. Rural people's knowledge, agricultural research and extension practice: towards a theoretical framework. Pages 1—20 *in* Rural people's knowledge, agricultural research and extension practice. Research Series I(1). London, UK: International Institute for Environment and Development.

Sustainable farming and the role of farmers' organisations. World Farmers' Times January 1991.

Van Beek P, Coutts J. 1992. Extension in a knowledge systems framework. Discussion Notes 2. Brisbane, Australia: QDPI Systems Study Group.

Van der Ploeg, JD. 1991. Styles of farming: an introductory note on concepts and methodology. *In* Endogenous regional developments in Europe: theory, method and practice. Brussels, Belgium: Commission of the European Communities.

Wilkinson RL, Cary JW. 1992. Monitoring Landcare in Central Victoria. Melbourne, Australia: School of Agriculture and Forestry, University of Melbourne.

Zijp W. 1991. From agricultural extension to rural information management. *In* Proceedings, 12th Agricultural Symposium. Washington DC, USA: World Bank.

Creating Human Platforms to Manage Natural Resources: First Results of a Research Program

Röling, Niels
Department of Communication and Innovation Studies,
Wageningen Agricultural University, Hollandseweg 1, 6706 KN Wageningen, The Netherlands

Abstract

Sustainable natural resource management (SNRM) at all levels of aggregation cannot be realized by reliance on positivist assumptions, biophysical scientific perspectives, and technical professionalism. Although these elements define contemporary practice, experiences of their limited impact is driving practitioners to search for complementary perspectives that take into account constructivist assumptions, social actor approaches, and soft system and participatory professionalism. This paper reports tentative generalizations from a comparative research program that looks at SNRM as a coupled system with the following components: (a) a "soft" platform of stakeholders using a natural resource at various levels of aggregation, who have experienced that they are interdependent, in that the consequences of their collective use of the natural resource affects each individual negatively (social processes govern outcomes); (b) the "hard" natural resource or ecosystem (natural laws define potential); (c) the interface between the "soft" and "hard" components; (d) the context; and (e) the network of facilitators, and science and resource linkages supporting the platform/ecosystem combination.

Résumé

La création de plateformes humaines pour gérer les ressources naturelles. Premiers résultats d'un programme de recherche

La gestion durable des ressources naturelles à tous les niveaux d'agrégation ne peut se réaliser à partir : 1) d'hypothèses positivistes, 2) de perspectives scientifiques bio-physiques, et, 3) d'un professionnalisme purement technique. Si, pour les points 1) et 3) il s'agit de pratiques actuelles, leur faiblesse opérationnelle conduit les praticiens à rechercher des perspectives complémentaires qui tiennent compte 1) d'hypothèses constructivistes, 2) d'approches en termes d'acteur social, et, 3) d'un système social et d'un professionalisme participatif. L'auteur présente des essais de généralisation réalisés à partir d'un programme de recherche dans lequel on considère la gestion durable des ressources naturelles comme un système combinant les éléments suivants : a) une plateforme humaine composée des co-bénéficiaires d'une ressource naturelle à différents niveaux d'agrégation. Les co-bénéficiaires prennent conscience de leur interdépendance, dans la mesure où l'usage collectif qu'ils font de la ressource naturelle impliquée a des conséquences négatives au niveau individuel (les mécanismes sociaux régissent les résultats) ; b) la ressource naturelle ou écosystème (les lois naturelles définissent le potentiel) ; c) l'interface entre a) et b) ; d) le contexte ; e) le réseaux d'animateurs et les liens science-ressource supportant la combinaison plateforme-écosystème.

Introduction

This paper is about sustainable natural resource management (SNRM) at different levels of aggregation, be it the field, farm, water catchment, agroecological zone, or the planet itself. SNRM is normally left to agronomists, ecologists, and others deemed capable of analyzing biophysical processes in complex natural resource systems threatened by human activity. Although human activity is the presumed cause of erosion, degradation, loss of biodiversity, salinization, desiccation, and destabilization, it receives less scrutiny (De Groot 1992).

Wageningen Agricultural University is a case in point. It allocates many man-years to the development of interactive multiple goal planning models to generate scenarios for land use planning (Fresco et al, in press). These computer-based models simulate what happens to natural resources as a result of different land use objectives, but report nothing about how such objectives emerge, how people arrive at certain forms of land use, how access to land is

arranged, or how land use can be influenced. Few man-years are devoted to such questions.

Yet professional groups, such as the Land and Water Management Division of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), have realized that generating technical information is not enough. When the Division completed its database for determining optimum land use options for all conceivable situations, it realized that it had satisfied only one condition for helping people move toward optimum land use. The Division now prefers to use the term 'land use negotiation' to 'land use planning' (Brinkman, in press), in recognition of the key social processes involved.

However, despite the urgency of the problem, the development of an operational social science to complement the technical discipline is comparatively slow. Complex problems require multiple perspectives (Linstone 1989). Current approaches are dominated by technical and economic perspectives, but lack an effective complementary social perspective.

This paper reports the preliminary results of a comparative research program to develop such a social actor and soft systems perspective on SNRM. The program was inspired by exposure to various programs, for example, the Practical Farmers of Iowa program in the United States, the Integrated Pest Management Program in Rice of the Indonesian government, the Landcare movement in Australia, Gestion de Terroirs in western Africa, and the introduction of integrated arable farming in The Netherlands. A substantial body of research has been generated recently on the theme, for example: Van de Fliert 1993; Engel 1994; Röling, Van de Fliert, in press; Brouwers 1993; Somers, Röling 1993; Röling 1993; Van Weeperen 1994; Campbell 1992,1994; Van der Ley, Proost 1992; Westendorp, Röling 1993; Woodhill, Röling, in preparation.

After briefly describing the theoretical framework, the paper reviews the preliminary results of these studies.

Conceptual Framework and Research Questions

The social actor approach (SAA) in sociology (Long, Long 1992; Leeuwis 1993) takes a constructivist perspective. Reality is not assumed to exist independently of the human observer or to project itself on the mind through the senses (cf naive realism and positivism). Rather, reality is assumed to be actively constructed in social interaction through language (Berger, Luckman 1967; Darré 1985; Uphoff 1992; Sriskandarajah et al 1989; Pretty 1994; Röling 1994; McCrone 1994).

Social actors are individuals or groups who:
- are intentional: they engage in projects to realize objectives;
- are sense making: they construct their lifeworld; and
- have agency, which is the capacity to make a difference in a context.

Shunning and deconstructing preconceived and reified schemata (Long, Van der Ploeg 1989), SAA emphasizes direct observation of strategy making by actors in arenas of struggle, as they try to realize interdependent projects.

For interventionists such as the author, who insist that one can do something to change the world for the better, SAA leads to a soft systems approach (Checkland 1981) that focuses on negotiation between conflicting interests, accommodation between multiple perspectives, and reaching joint agency at higher levels of social aggregation (soft human activity systems). They seek to develop methodologies, which: accept that objectives are not given but are the very bone of contention (Checkland 1981; Checkland, Scholes 1990); facilitate social learning (Bawden et al 1991); generate consensual approaches to resolving public disputes (Susskind, Cruikshank 1987); and make communicative reasoning operational (Habermas 1984, 1987; Koningsveld 1982; Kunneman 1983; White 1988; Brand 1990).

Irrespective of the level of system aggregation, the soft systems approach to SNRM takes into account (Figure 1):
- natural resources deemed to be in need of management: the hard system;
- stakeholders using these resources, who (must) come together (on a platform) for coherent management of the resources: the soft system;
- interface between the hard and soft systems;
- socioeconomic context, including the network of actors who can affect the stakeholders' capacity for integral resource management.

The coupled system of platform and natural resources (Röling 1994) is heuristic in that it generates a host of pertinent research issues, such as:
- translation of environmental degradation into perceived social interdependence among stakeholders;
- social dilemmas involved in creating platforms of stakeholders (Messick, Brewer 1983);
- raising of the social level of aggregation at which agency must be exerted for coherent natural resource management;
- learning processes of stakeholders as they develop such joint agency;
- facilitation of such learning processes and institutional frameworks required to support it;
- social construction of a joint perspective on the natural resources required among stakeholders for coherent management, and concomitant information system;
- influence of context (eg, policy) on platform development and agency;
- issues of power determining the ability of platforms to manage natural resources to an optimum degree (given their perceived carrying capacity or other constructs);
- contradictions at the interface of technical and social actor thinking about SNRM.

The conceptual framework is applied in various practical situations, for example: the Greater Yellowstone Area Coordination Committee (Keiter, Boyce 1991); common property resource management (McKean 1992); the US Environmental Protection Agency's approach to negotiated settlement of distributional disputes (Susskind, Cruikshank 1987); and the regulation of uncontrolled groundwater use, which is leading to desiccation in The Netherlands.

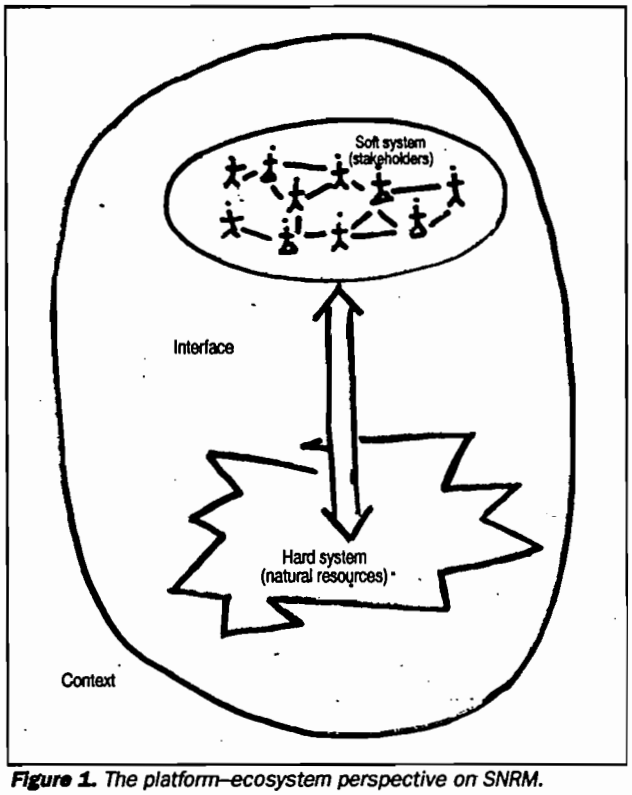


Figure 1. The platform–ecosystem perspective on SNRM.

Tentative Generalizations from the Research Program

Social Construction of the Natural Resource

A condition for platform formation is that stakeholders recognize a common problem (Checkland, Casar 1986). The problem must become visible and lead to the social construction, by stakeholders, of a set of natural resources as a system comprising a set of mutually dependent and interacting elements (eg, individual farmers who realize that the problems they face at farm level can be solved only at watershed level). Scientists have an important role to play in making the biophysical dimensions of problems visible.

Making SNRM problems visible is a highly political activity because acceptance of such problems as a social fact has far-reaching distributional consequences. Hence, the biophysical science involved is not neutral but mired in conflict.

Recognition of the higher-level system (eg, moving from farm to catchment level) requires stakeholders to develop: new theories to understand and anticipate the operation of the system; new indicators and equipment for making visible the state of the system; shared procedures for monitoring and registering changes (management information system) in the system. They also need to mobilize shared agency (capacity, tools, and resources) for intervening in the system.

The learning processes involved are complex and do not resemble the process of innovation adoption in any way (Somers, Röling, 1993). The innovation diffusion theory (Rogers 1985) is of only limited use. Instead, the learning processes are increment and involve discontinuities where major previous assumptions must be overcome or substantial investments must be made. They are fraught with uncertainty as new hazards and risks must be assessed and tested.

Such learning is a social learning process; it involves groups of stakeholders who recognize their interdependence, create new concepts and acceptable courses of action, and develop risk awareness. They discuss the outcomes of monitoring and share experiences. These discussions lead to conversion among different interests and perspectives (Darré 1985).

Decisions to embark upon joint interventions to improve the problem situation through joint agency at a higher level of aggregation must be supported by concrete, available alternatives for action, in terms of not only knowledge, but also technologies and resources. Access to such technologies and resources is often determined by conditions external to the platform. Market forces do not guarantee their availability. In fact, market failure becomes a key issue in SNRM (Campbell 1994).

Platform Processes

Social dilemmas play an important role in determining the formation of platforms. Individual autonomy of stakeholders must, to some extent, be sacrificed (Koestler 1967). Individual interests must be accommodated and multiple perspectives, adapted. Some diversity is lost. These sacrifices are not made if stakeholders fear that others will get a free ride by benefiting from the sacrifices the majority makes, without making any themselves. Restricting the chances of free riding is important; one solution is to endow platforms with statutory powers (Van der Ley, Proost 1992).

Platform formation concerns not only the interface between platform and natural resources, but also the stakeholders themselves. Their interests are often incompatible; they hold multiple perspectives and have different access to power and varied information needs, skills, and capacities. Processes of conflict resolution, negotiation, accommodation, convergence, and agreement are of crucial importance (Van Beek 1991).

One of the most intriguing aspects of the platform—ecosystem interface is that increased human use of a limited natural resource translates into social interdependence, which leads to both conflict and the need for negotiated settlement. Whereas sheer power normally imposes the outcome in struggles among actors, interdependence may allow even socially less powerful actors to affect the outcome of the more powerful, and only negotiated settlement can lead to solutions. We urgently need to get a better grasp of such mechanisms. Making interdependence visible in natural resource use is a key area for active facilitation of platform processes at all levels of aggregation.

Facilitation

Experience with SNRM shows that noncoercive intervention by external agents can facilitate the generation of agency among collectivities of stakeholders at higher levels of ecosystem aggregation. Facilitation by outside agents can play a vital role, by:

- using such methods as participatory soil classification and mapping (based on indigenous soil concepts);
- providing equipment for exposing the collective results of human activity on the ecosystem;
- developing information systems and observation procedures;
- creating a capacity for observation and registration at platform level (eg, mineral bookkeeping (Van Weeperen 1994) or GIS software adapted to catchments (Campbell 1994));
- providing theories for understanding what has been observed; and
- suggesting technologies for taking collective action.

In all countries where SNRM has been studied so far, existing agricultural extension services, steeped in linear thinking as they are and in their self-concept as a source of science-based expertise, have proved incapable of the kind of facilitation mentioned above (Van de Fliert 1993). They are incapable of facilitating the learning processes involved in moving to agency at higher ecosystem levels.

In addition to such technical learning, platform formation also requires facilitation of another kind that encompasses active conflict resolution, management of power, and encouragement of interdependence. This usually involves dealing with conflicting interests and incompatible ways of constructing the lifeworld. Experience suggests the need to create "rich pictures" where stakeholders begin to see one another's point of view, instead of the practice of reducing diversity to uniformity (Van Beek 1991). In recent years, much attention has been given to the constructive use of negotiation in consensual approaches to distributional disputes (Fisher, Ury 1981; Susskind, Cruikshank 1987). Consensual approaches become necessary where environmental conflict leads to an impasse that cannot be resolved by government legislation.

Soft systems methodology (SSM) was developed specifically to create platforms for improving problem situations in corporate contexts (Checkland, Scholes 1990). It has been criticized for its insensitivity to issues of power (Jackson 1985). An informal seminar to explore the application of SSM to environmental issues concluded that facilitation of complex actor networks could rely less on implicit corporate objectives, culture, and ideology. More attention must be focused on possible forces of coordination such as proven interdependence of resource use and coercive policy contexts. This required more elaborate initial (rapid) participatory appraisal (unpublished report, Pretty J, IIED, UK, 1993; unpublished report, Kwaaitaal H, Wageningen Agricultural University, The Netherlands, 1993).

Institutional Frameworks for Facilitation

Facilitation is the outcome of institutional frameworks, which allow professional facilitators to operate at the appropriate level of aggregation and provide such facilitators with science and resource linkages. These institutional frameworks seem to differ a great deal from the institutional calibration of the science-practice continuum, usually required to support increased agricultural productivity. They are decentralized, and depend for their success on participation and local knowledge and learning. Innovation is not a product of central science, but of local processes. The institutional framework for SNRM seems to be best described as a network comprising learning groups of stakeholders and facilitators, in conjunction with resource and science linkages.

Participatory tools, such as rapid appraisal of agricultural knowledge systems (RAAKS), allow actors in such networks to become aware of one another and provide a diagnostic framework for identifying weaknesses and possible remedial interventions. They have proved to be effective in improving knowledge management for SNRM (Engel 1994; unpublished manuscript, Engel P, Salomon M, University of Wageningen, 1993).

The Policy Context

Successful efforts to introduce more sustainable practices on a larger scale in Indonesia (Van de Fliert 1993), Australia (Campbell 1994), and The Netherlands (Röling 1993) are all nested in a regulatory policy context.

Matters such as policy directives, policy implementation, and loopholes all become focal issues for information activities and strategy making among stakeholders. Small concessions by authorities may undermine an entire policy structure as stakeholders come to perceive policy as "drifting." Environmental policy development and communication about its development have become a crucial issue in SNRM.

The formulation of SNRM-supporting policy is an important issue that requires more research into the role of science in increasing the availability of social facts related to environmental issues; the role of consumers, particularly, pressure from a wider public; and the role of public information in creating a climate for SNRM.

Acknowledgements

The author acknowledges helpful comments by Dr Janice Jiggins on an earlier version of this paper.

References

Bawden RJ, Packam R. 1991. Systems praxis in the education of the agricultural systems practitioner. Paper presented at the annual meeting of the International Society for the Systems Sciences, Östersund, Sweden. Richmond, Australia: University of Western Sidney-Hawkesbury.

Berger PL, Luckman Th. 1967. The social construction of reality. A treatise in the sociology of knowledge. Garden City: Doubleday; Middlesex, UK: Anchor Books.

Brand A. 1990. The force of reason: an introduction to Habermas' theory of communicative action. Sidney, Australia: Allen and Unwin.

Brinkman R. Recent developments in land use planning. Keynote address at the 75th Anniversary Conference of the Wageningen Agricultural University. *In* The future of the land: mobilising and integrating knowledge for land use options (Fresco LO, Stroosnijder L, Bouma J, van Keulen H, ed.). Chicester, UK: John Wiley and Sons. (In press)

Brouwers J. 1993. Rural people's knowledge and its response to declining soil fertility. The Adja case (Benin). Wageningen Papers 93/4. Wageningen, The Netherlands: Wageningen Agricultural University.

Campbell A. 1992. Taking the long view in tough times: Landcare in Australia. Third annual report of the national Landcare facilitator. Canberra, Australia: National Soil Conservation Program.

Campbell A. 1994. Inquiry and learning for agricultural sustainability—lenses on Landcare in Australia. Thesis: Wageningen Agricultural University, The Netherlands. 108 pp.

Checkland P. 1981. Systems thinking, systems practice. Chicester, UK: John Wiley and Sons.

Checkland P, Casar A. 1986. Vickers' concept of an appreciative system: a systemic account. Journal of Applied Systems Analysis 13:3—17.

Checkland P, Scholes J. 1990. Soft systems methodology in action. Chicester, UK: John Wiley and Sons.

Darré JP. 1985. La parole et la technique. L'univers de pensée des éleveurs du Ternois. Paris, France: L'Harmattan.

De Groot WT. 1992. Environmental science theory: concepts and methods in a one-world problem-oriented paradigm. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier.

Engel P. 1994. Knowledge management in agriculture: a fundamental requirement for sustainable development. Thesis: Wageningen Agricultural Uniyersity, The Netherlands.

Fisher R, Ury W. 1981. Getting to yes: negotiation agreement without giving in. Boston, MA, USA: Houghton and Mifflin.

Fresco LO, Stroosnijder L, Bouma J, van Keulen H (ed.). The future of the land: mobilising and integrating knowledge for land use options. Chicester, UK: John Wiley and Sons. (In press)

Habermas J. 1984. The theory of communicative action. Volume 1, Reason and the rationalisation of society. Boston, MA, USA: Beacon Press.

Habermas J. 1987. The theory of communicative action. Volume 2, Lifeworld and system. A critique of functionalist reason. Boston, MA, USA: Beacon Press.

Jackson MC. 1985. Social systems theory and practice: the need for a critical approach. International Journal of General Systems 10:135—151.

Keiter RB, Boyce MS. 1991. The greater Yellowstone ecosystem: redefining America's wilderness heritage. Boston, MA, USA: Yale University Press.

Koestler A. 1967. The ghost in the machine. London, UK: Penguin Arkana.

Koningsveld H. 1982. Het verschijnsel wetenschap. Een Inleiding tot de Wetenschapsfilosofie. Meppel, The Netherlands: Boom.

Kunneman H. 1983. Habermas' Theorie van het Communicatieve Handelen. Meppel, The Netherlands: Boom.

Leeuwis C. 1993. Of computers, myths and modelling. The social construction of diversity. Knowledge, information and communication technologies in Dutch agriculture and agricultural extension. Wageningse Sociological Series. Wageningen, The Netherlands: Wageningen Agricultural University.

Linstone H. 1989. Multiple perspectives on technology diffusion: insights and lessons. Paper presented at the International Conference on Diffusion of Technologies and Social Behaviour, 14—16 June 1989, Laxenburg, Austria.

Long N, Long A (ed.). 1992. Battlefields of knowledge: the interlocking of theory and practice in research and development. London, UK: Routledge.

Long N, Van der Ploeg JD. 1989. Demythologising planned intervention. Sociologia Ruralis 29(3/4):226—249.

McCrone J. 1994. Inner voices, distant memories. New Scientist 141(1910):28—31 (29 Jan).

McKean MA. 1992. Success on the commons. A comparative examination of institutions for common property resource management. Journal of Theoretical Politics 4(3):247—281.

Messick DM, Brewer MB. 1983. Solving social dilemmas: a review. Review of personality and psychology 4:11—44.

Rogers EM. 1985. Diffusion of innovations. New York, NY, USA: Free Press.

Röling N. 1993. Agricultural knowledge and environmental regulation: the Crop Protection Plan and the Koekoekspolder. Sociologia Ruralis 33(2):212—231.

Röling N. Platforms for decision making about eco-systems. Keynote address at the 75th Anniversary Conference of the Wageningen Agricultural University. *In* The future of the land: mobilising and integrating knowledge for land use options (Fresco LO, Stroosnijder L, Bouma J, van Keulen H, ed.). Chicester, UK: John Wiley and Sons. (In press)

Röling N, Van de Fliert E. Transforming extension for sustainable agriculture: the case of integrated pest management in rice in Indonesia. Agriculture and Human Values. (Accepted for publication)

Somers BM, Röling N. 1993. Ontwikkeling van kennis voor duurzame landbouw: een verkennende studie aan de hand van enkele experimentele projekten. The Hague, The Netherlands: NRLO.

Sriskanadarajah N. Bawden RJ, . Packam RG. 1991. System agriculture: a paradigm for sustainability. AFSRE Newsletter 2(3):1—5.

Susskind L, Cruikshank J. 1987. Breaking the impasse. consensual approaches to resolving public disputes. New York, NY, USA: Basic Books Publishers.

Uphoff N. 1992. Learning from Gal Oya. Possibilities for participatory development and post-Newtonian social science. Ithaca, NY, USA: Cornell University Press.

Van Beek P. 1991. Using a workshop to create a rich picture: defusing the ponded pastures conflict in central Queensland. Paper presented at the Workshop on Managing Complex Issues in Uncertain Environments: Systems Methodologies in Agriculture, Queensland Department of Primary Industries, 26—27 August 1991, Brisbane, Australia.

Van de Fliert E. 1993. Integrated pest management. Farmer field schools generate sustainable practices: A case study in central Java evaluating IPM training. WU Papers 93-3. Wageningen, The Netherlands: Wageningen Agricultural University.

Van der Ley HA, Proost MDC. 1992. Gewasbescherming met een toekomst: de visie van agrarische ondernemers: een doelgroep-verkennend onderzoek ten behoeve van voorlichting. Wageningen, The Netherlands: Wageningen Agricultural University, Department of Communication and Innovation Studies.

Van Weeperen W. 1994. Balancing minerals, moving frontiers: mineral balance extension in Dutch dairy farming. Thesis: Wageningen Agricultural University.

Westendorp J, Röling N. 1993. Natuurgericht Waterkwantiteitsbeheer: een verkenning naar de bijdrage van kennis en communicatie. Natuur en Visserij, IKC/NBLF, rapport 1. Wageningen, The Netherlands: Ministerie van Landbouw.

White SK. 1988. The recent work of Jürgen Habermas. Reason, justice and modernity. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Woodhill J, Röling N. The second wing of the eagle. How soft science can help us learn our way to more sustainable futures. Hawkesbury, Australia: University of Western Sidney; Wageningen, The Netherlands: Wageningen Agricultural University, Department of Communication and Innovation Studies. (In preparation)

Gestion des ressources en eau dans les Andes équatoriennes

Structures, bilans, règles et modèles

Ruf Thierry ; Le Goulven Patrick
Institut français de recherche scientifique
pour le développement en coopération (ORSTOM),
2051, avenue du Val de Montferrand, 34000 Montpellier, France

Résumé

L'étude du fonctionnement de l'irrigation traditionnelle dans les Andes équatoriennes (1987-1994) a pour objectif d'aider l'État équatorien à définir une politique d'appui technique et financier aux gestionnaires de réseaux anciens, les plus importants dans le pays, par rapport aux réseaux publics modernes. La définition des différents niveaux d'organisation et l'inventaire des réseaux conduisent à l'établissement de bilans hydriques et économiques régionaux ainsi qu'à la classification des petites régions aménagées, des canaux et des périmètres. L'étude des règles de gestion de l'eau fixées par les usagers et leurs organisations apporte une vision dynamique aux différents systèmes. L'élaboration d'un modèle de gestion des ressources permet de simuler les effets économiques de différents scénarios d'évolution des systèmes irrigués : crise de dotations, aménagements nouveaux et coûteux, changement de règles de répartition de l'eau.

Mots clés

Bassin hydrographique, périmètre irrigué, gestion de l'eau, histoire, droit, conflit social, bilan hydrique, modélisation économique, Andes, Equateur.

Abstract

Water management in the Ecuadorean Andes: structure, evaluation, water rights, and models

The objective of the study (1987–1994) on traditional irrigation management in the Ecuadorean Andes was to provide the government with the necessary elements to establish a policy of technical and financial support to managers of major traditional systems. Different organization levels were defined and networks were inventoried to assess regional water supply and economic efficiency and to classify different types of irrigation zones, canals, and systems. Water rights fixed by users and their associations were also examined. An irrigation management model was developed to simulate the economic impact of different scenarios for the evolution of irrigation systems, including water shortage, new and expensive irrigation projects, and changes in rules governing water distribution.

Introduction

L'étude du fonctionnement de l'irrigation traditionnelle dans les Andes équatoriennes est un projet de recherche mené par l'INERHI (Institut équatorien des ressources hydriques) et par l'ORSTOM (Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération) de 1987 à 1994. L'objectif du projet réside dans l'acquisition des connaissances et leur interprétation en vue de formuler des plans nationaux d'action en faveur des réseaux d'irrigation traditionnelle, dont la gestion dépend directement des usagers ou d'associations syndicales.

Entre 1950 et 1990, l'État équatorien a privilégié la création de nouvelles infrastructures hydrauliques pour l'agriculture. La récession économique, les difficultés d'achèvement des projets d'irrigation et l'endettement — l'investissement public dans l'hydraulique agricole représente 11,6 % de la dette publique pour seulement 88 000 hectares aménagés — justifient les nouvelles priorités (Whitaker et Alzamora, 1990). Depuis la nationalisation de l'eau en 1973 et la mise en place d'un système de concession publique, l'INERHI assure les tâches administratives des enregistrements de droits d'eau sans vision d'ensemble, ni au plan national ni au plan régional et local.

L'irrigation traditionnelle, correspondant aux aménagements antérieurs à l'intervention publique, touche une superficie considérable des Andes équatoriennes. En 1986, l'INERHI l'estimait à 325 000 hectares (Jimenez, 1986).

La prise en compte de l'irrigation traditionnelle

Dans les documents sur la faisabilité des projets d'aménagement hydraulique de l'INERHI, les études d'infrastruc-

ture s'appuient sur une hypothèse implicite : les anciens canaux, peu efficaces et mal gérés, seront abandonnés après la mise en place du projet. En conséquence, leur description détaillée semble inutile. Les prélèvements des réseaux anciens sur les torrents et rivières en amont du projet sont négligés. En revanche, l'irrigation traditionnelle est mise en avant dans les études agroéconomiques pour souligner que les futurs bénéficiaires du réseau public projeté ont acquis un savoir-faire en matière d'arrosage et de pratiques culturales intensives, ce qui constituerait un gage de la réussite économique du projet (Piedra, INERHI, comm. pers., 1990).

Or, à la fin des années 1980, plusieurs constatations s'imposent à l'INERHI. Dans les zones desservies par un canal public moderne, les réseaux anciens fonctionnent toujours, souvent avec des coûts inférieurs à ceux du réseau neuf. Dans certains cas, lors d'étiages sévères sur la rivière, les prises traditionnelles en amont influent fortement sur la disponibilité réelle en eau de l'aménagement public. Enfin, les effets attendus en matière d'intensification de l'agriculture semblent insuffisants par rapport aux objectifs fixés. En Équateur comme dans d'autres pays, les bailleurs de fonds proposent un moratoire sur les projets nouveaux et portent un intérêt de plus en plus marqué pour l'irrigation traditionnelle, qui semble obtenir de meilleures performances économiques (USAID, 1983 ; Whitaker et Alzamora, 1990).

Pour comprendre la gestion de l'eau dans les réseaux traditionnels du pays, dans le contexte de la crise des modèles d'intervention hydraulique publique, l'équipe franco-équatorienne s'est appuyée sur une approche systémique, fondée sur quatre étapes d'acquisition de connaissances : la définition des structures de l'irrigation, l'établissement de bilans permettant un jugement sur le fonctionnement actuel des systèmes d'irrigation, l'investigation sur le passé ancien et récent pour préciser les règles de gestion, la modélisation pour simuler des scénarios d'évolution (Le Goulven *et al.*, 1989 ; Le Goulven et Ruf, 1992).

Les structures traditionnelles de l'irrigation

Le système d'irrigation élémentaire est constitué d'une structure hydraulique ramifiée amenant l'eau à un ensemble défini d'usagers, titulaires de droits d'eau, qui gèrent directement ou délèguent la gestion à des représentants. Il comprend une ou plusieurs prises contribuant à la dotation du système, des segments de canaux de transfert, des nœuds d'union ou de division entre les segments et des périmètres usagers du système (figure 1).

En zone de montagne, le grand bassin hydrographique régional de plusieurs milliers de kilomètres carrés constitue l'unité régionale d'inventaire des systèmes d'irrigation. Il correspond souvent à une identité culturelle et un espace économique particuliers, distincts des autres grands bassins hydrographiques. Du point de vue de l'hydrologue, le grand bassin se compose de multiples bassins versants unitaires, offrant chacun un débit d'écoulement superficiel disponible, calculé sur un pas de temps annuel ou mensuel.

L'espace analysé sous l'angle de l'offre en eau

Le bassin unitaire pourrait donc devenir l'unité spatiale intermédiaire entre le grand bassin régional et le système d'irrigation local : unité de l'inventaire, du bilan hydrologique, de l'analyse historique et de la modélisation. Cependant, il est clair que l'agronome définit le domaine de validité des recherches sur les systèmes de cultures à partir d'autres considérations que celles de l'hydrologue : en l'occurrence, il s'appuie sur des unités agroécologiques définies par le climat, le sol, les aptitudes des plantes cultivées. L'économiste pourrait employer le bassin versant dans son diagnostic à condition qu'il s'intéresse à l'économie de l'eau proprement dite, par exemple à son coût d'extraction. En revanche, s'il travaille sur l'économie de l'usage de l'eau, il est probable qu'il se fonde sur les unités de production agricole pour généraliser ces résultats. Quels rapports établir entre unités hydroclimatiques, agroécologiques et socioéconomiques dans un espace transformé par l'hydraulique ?

Dans le cas des Andes équatoriennes, un grand bassin hydrographique comme celui du Mira résulte de la tectonique associée au volcanisme de deux chaînes parallèles, avec les sédiments anciens couverts par d'épaisses couches de cendre. Entre les deux chaînes, une dépression est active à l'échelle géologique et remaniée par les écoulements superficiels, les tremblements de terre, les effondrements (Marocco, 1993, comm. pers). Les précipitations annuelles sont abondantes sur les crêtes (1 000 mm à 4 000 m d'altitude), faibles dans le centre de la dépression (400 mm à 1 500 m d'altitude). De façon schématique, le bassin hydrographique est caractérisé par de grands plateaux faillés, in-

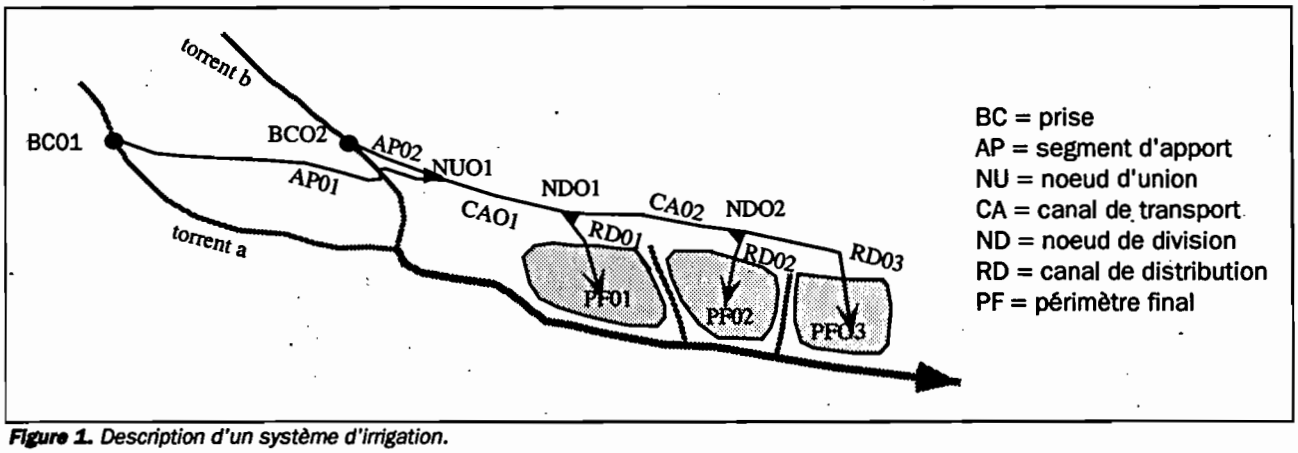


Figure 1. *Description d'un système d'irrigation.*

clinés vers le centre de la dépression, des cônes érosifs et des canyons de plus en plus profonds jusqu'à l'exutoire de la rivière principale hors du couloir interandin.

Dans un tel contexte géomorphologique, la densité et l'imbrication des réseaux traditionnels montrent que l'eau prélevée dans un bassin unitaire peut être transférée dans un autre bassin unitaire (figure 2). On voit mal comment étudier la gestion de l'eau d'un canal irriguant des terrains dans deux bassins versants limitrophes en excluant ceux situés hors des limites de l'étude. De la même manière, il paraît difficile de faire abstraction d'un apport extérieur d'eau à un périmètre approvisionné par plusieurs ressources hydriques éloignées.

L'espace analysé sous l'angle de la demande en eau

Les interfluves principaux du réseau hydrographique torrentiel constituent les unités qui utilisent l'eau dérivée des torrents limitrophes. Comme les transferts d'eau sont parfois organisés à l'échelle de trois ou quatre bassins versants contigus, la dénomination de l'unité d'usage de l'eau est devenue : zone d'analyse et de recommandation pour l'irrigation (ZARI). La définition de la ZARI comme une unité spatiale d'organisation du prélèvement, du transport et de l'utilisation de l'eau permet de fixer un cadre d'intervention raisonné pour l'INERHI, les autres institutions de développement et les gestionnaires des différents systèmes d'irrigation.

Dans cette approche, on considère un canal d'irrigation comme une partie d'un système plus complexe composé de multiples canaux d'irrigation plus ou moins dépendants. Dès lors, l'espace traditionnel aménagé (la ZARI) prend des dimensions significatives sur le plan des ressources captées (souvent plusieurs mètres cubes par seconde) et sur le plan économique (des milliers d'hectares concernés), ce que ne reflètent pas les termes usuels de petite irrigation, ou d'irrigation marginale, associés souvent au terme traditionnel ou ancien. Ainsi, le bassin du Mira, dans le nord de l'Équateur, comporte 16 ZARI, 50 000 hectares aménagés et irrigués par 280 systèmes d'irrigation, 1 100 kilomètres de canaux principaux et près de 25 mètres cubes par seconde captés (figure 3). Urcuqui, une des ZARI, a 5 100 hectares irrigables par 20 systèmes d'irrigation, 192 kilomètres de canaux captant près de 4,5 mètres cubes par seconde (figure 4).

La diversité de la demande en eau dans la ZARI

La complexité de la gestion de l'eau dans la ZARI est, en première analyse, liée aux structures hydrauliques. Pendant l'étiage des cours d'eau, les prises en aval d'autres prises risquent de manquer d'eau. Dans le réseau, le partage de la ressource entre les groupes d'usagers peut être continu ou séquentiel. Ces aspects existent dans tout réseau ramifié, y compris dans les infrastructures modernes avec leur hiérarchie de canaux principaux, secondaires et tertiaires. En revanche, la multiplicité des approvisionnements semble spécifique de l'irrigation traditionnelle : un périmètre bénéficiaire d'un système d'irrigation peut bénéficier d'une dotation supplémentaire d'un ou de plusieurs autres systèmes. Le corollaire de cette construction de systèmes différents et dépendants est la multiplicité des acteurs de la gestion de l'eau. L'État, s'il se considère comme l'unique attributeur de concessions sur les prises, n'est pas gestionnaire du complexe hydraulique traditionnel, même si la loi de nationalisation de l'eau le prévoyait. Les paysans, les propriétaires

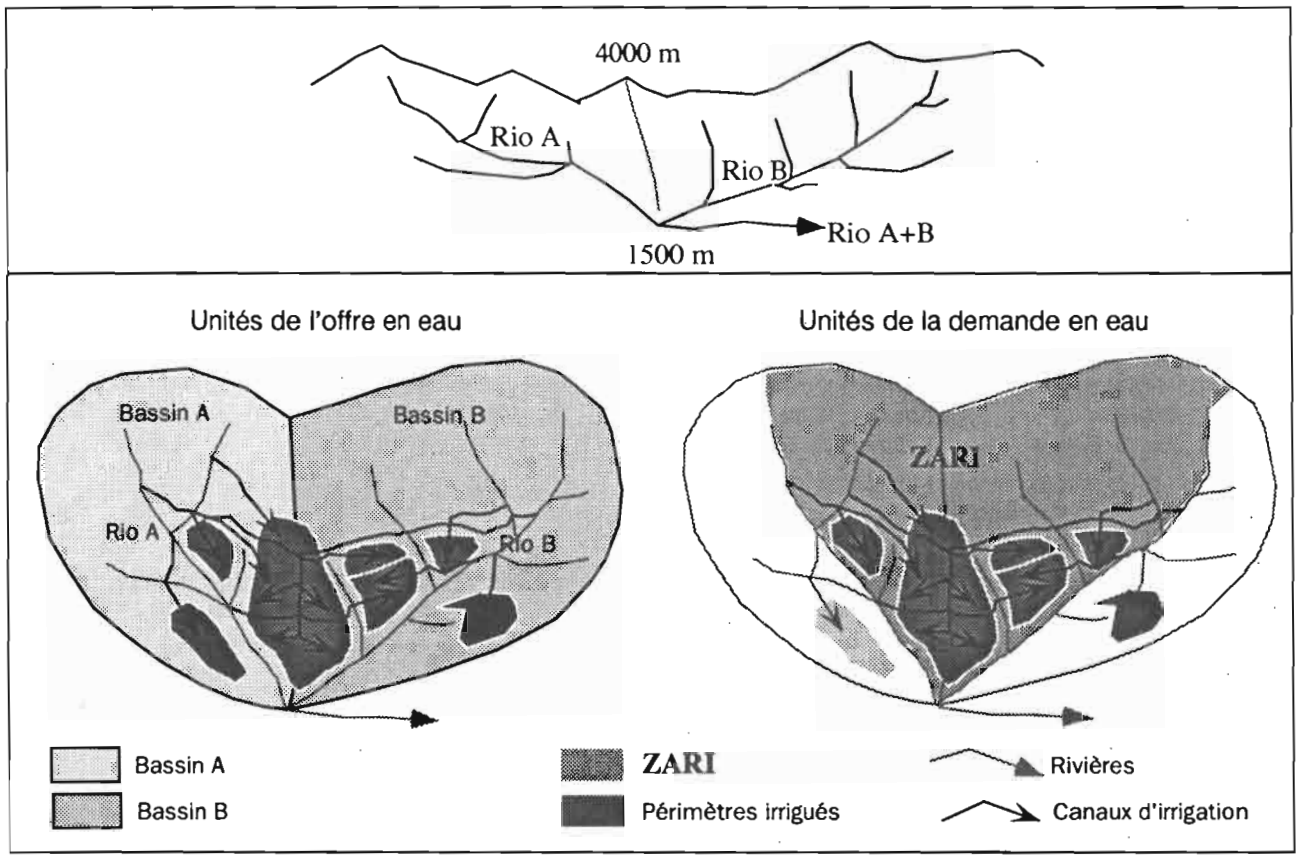


Figure 2. *Schéma des bassins versants unitaires et de l'interfluve (ZARI : Zone d'analyses et de recommandations pour l'irrigation).*

fonciers et les associations d'usagers assurent le fonctionnement quotidien des dispositifs dont ils ont la charge. Ils s'estiment toujours les seuls véritables détenteurs. Cependant, rares sont les gestionnaires qui disposent d'une bonne connaissance de la répartition des eaux dans la ZARI.

La diversité des milieux agroécologiques s'exprime parfaitement dans l'unité spatiale de la ZARI, comme le montre le cas d'Urcuqui : les gradients thermiques et pluviométriques et l'aptitude des espèces cultivées donnent lieu à un zonage du versant aménagé en étages froid, tempéré et chaud. Même si la sécheresse est permanente dans l'étage chaud (1 500 à 2 200 m ; pluviosité annuelle : 560 mm ; évapotranspiration potentielle : 1 400 mm), où domine la canne à sucre, le recours à l'irrigation existe aussi dans les étages supérieurs. Dans l'étage tempéré, où se concentre l'habitat rural (2 200 à 2 800 m ; PA : 800 mm ; ETP : 1 240 mm), deux saisons sèches sont très marquées certaines années. La récolte du maïs pluvial est alors compromise. L'irrigation ap-

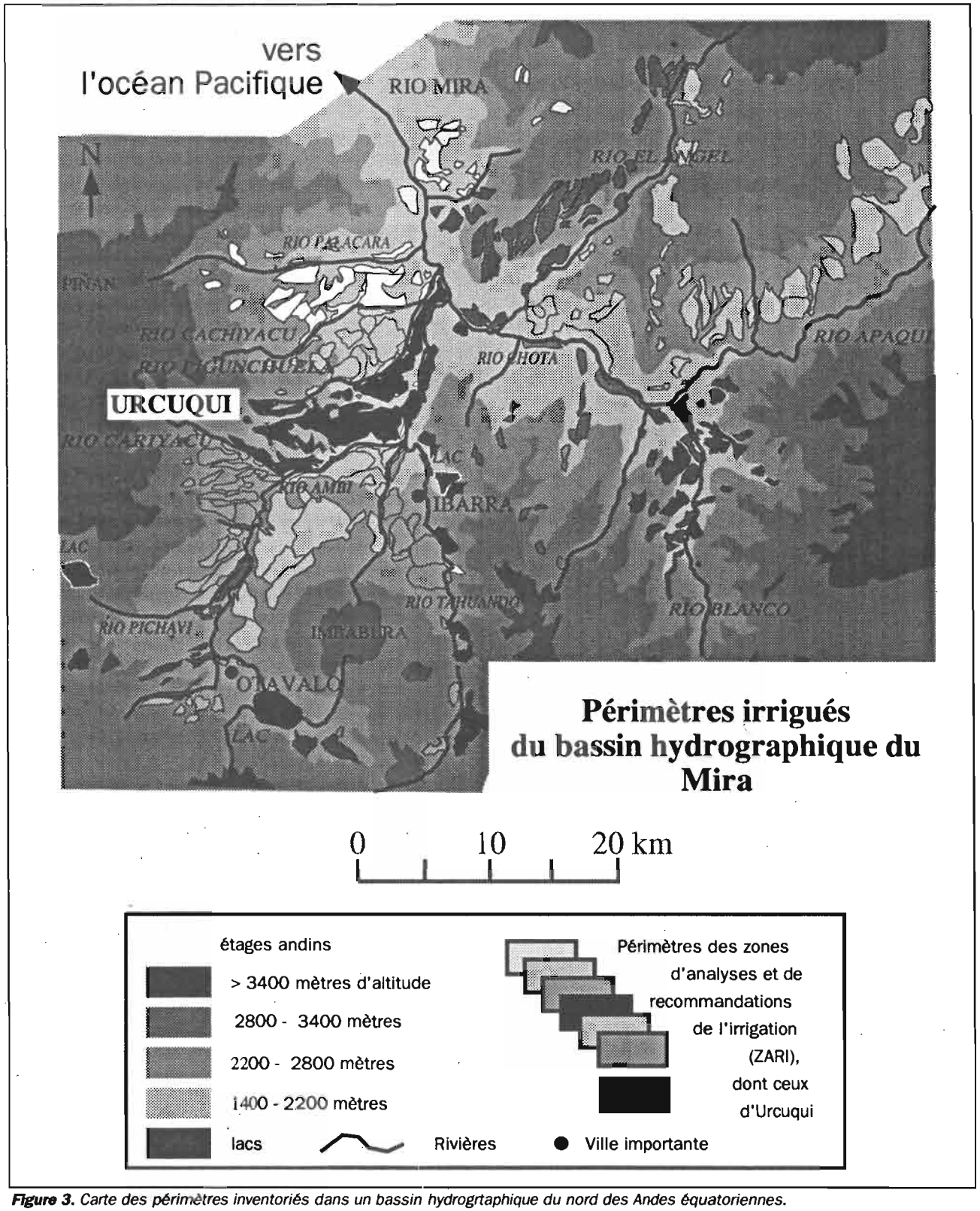


Figure 3. *Carte des périmètres inventoriés dans un bassin hydrogrtaphique du nord des Andes équatoriennes.*

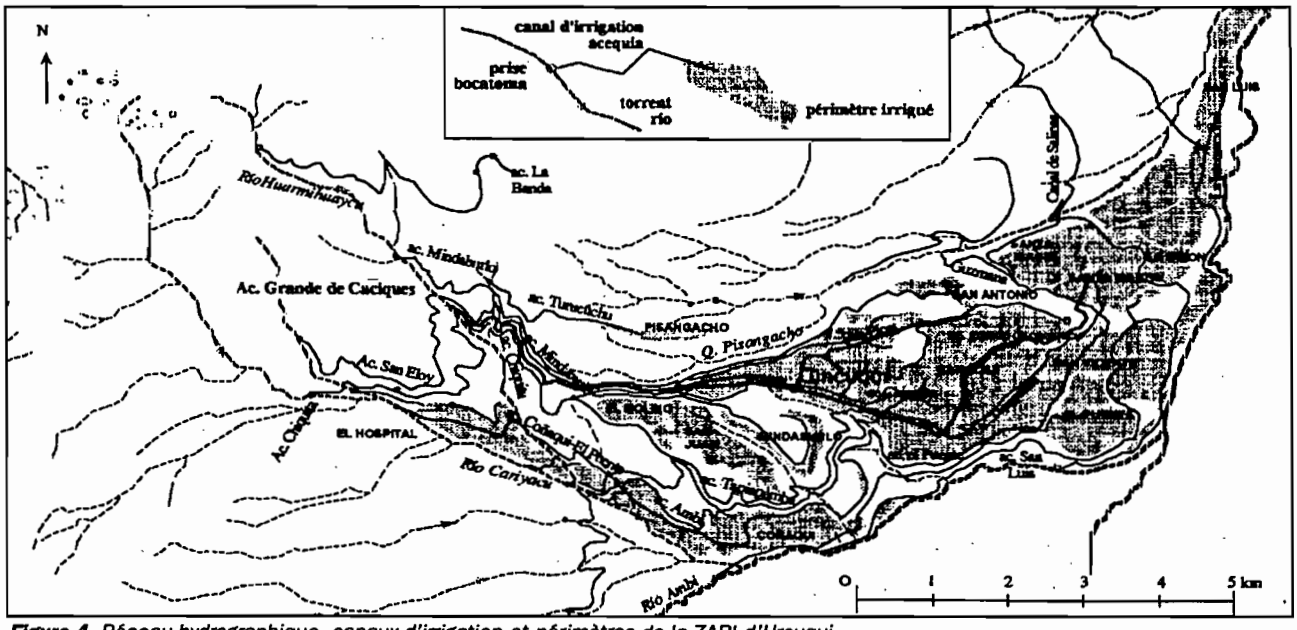


Figure 4. *Réseau hydrographique, canaux d'irrigation et périmètres de la ZARI d'Urcuqui.*

paraît comme la condition de l'intensification de l'agriculture. On retrouve depuis quelques années la nécessité d'apport artificiel d'eau dans l'étage froid, pourtant le plus arrosé (2 800 à 3 200 m ; PA : 980 mm ; ETP : 1 140 mm), pour trois raisons. La frontière agricole progresse vers les crêtes des Andes, puisqu'il n'y a guère de terres disponibles dans les autres étages. L'allongement des cycles culturaux induit pour les plantes plus de risques de connaître un épisode sec. Le décalage des cycles et la prise de risques sur certaines spéculations contribuent aussi à la demande en eau d'irrigation, sans que celle-ci soit forcément satisfaite puisque la mise en valeur des terrains est récente, et postérieure à l'appropriation des ressources hydriques.

On comprend que la diversité des agricultures pratiquées sur un espace restreint se traduise par des besoins en eau difficilement quantifiables au jour le jour pour l'ensemble de la ZARI. Les principes de l'adéquation entre demande en eau des plantes et décision d'arrosage s'accordent mal avec ces ensembles de réseaux ramifiés. D'autres dynamiques gouvernent l'irrigation traditionnelle de montagne placée dans une situation de raréfaction relative de la ressource hydrique : face à la compétition qui règne pour l'appropriation de l'eau entre les usagers reconnus, ceux qui aspirent à l'être et au sein de l'ensemble des usagers eux-mêmes, les modes de gestion s'appuient sur un système juridique de reconnaissance de droits d'eau fondé sur des textes notariés et des concessions publiques, un principe d'équité des charges de gestion en fonction des droits et une organisation pratique pour appliquer le tour d'eau.

Les bilans

L'inventaire des systèmes d'irrigation organisé par ZARI dans chaque grand bassin hydrographique comporte une cartographie au 1/50 000 et une base de données sur les prises, les canaux et les périmètres (Le Goulven *et al.*, 1992). En complément des caractéristiques hydrauliques, figurent des indicateurs sur les unités de production et l'agriculture pratiquée dans chaque périmètre, ainsi que des références sur l'organisation sociale qui gère le système. Ce travail descriptif ouvre la voie des bilans régionaux de l'irrigation traditionnelle.

Une première valorisation consiste à définir le domaine de validité d'un type de dysfonctionnement. Par exemple, on peut localiser les périmètres à faibles dotations, avec une agriculture paysanne d'autosubsistance et une situation conflictuelle entre usagers.

Une autre valorisation est attendue avec les bilans entre l'offre et la demande en eau au niveau des bassins versants unitaires et des ZARI. Les données climatiques nécessaires à ces calculs proviennent de l'analyse des séries disponibles par la méthode du vecteur régional : on génère des chroniques en tout point d'une région par pondération avec les séries représentatives des stations de mesure (Le Goulven *et al.*, 1988). Le pas de temps est mensuel. Les débits des cours d'eau sont estimés à partir de modèles de transformation de pluies-débits (Pourrut, 1980). La comparaison avec les concessions des canaux traditionnels du bassin et la demande en eau des superficies irrigables permet de distinguer les zones et les périodes les plus critiques.

Une troisième utilisation de l'inventaire est l'établissement de bilans économiques aux plans des régions, des étages agroécologiques et des ZARI (productions, revenus). L'information provient du service de statistiques agricoles national (SEAN). Les enquêtes sont réalisées chaque année sur un échantillon de blocs de parcelles identifiés sur photographies aériennes. Par référence aux cartes de l'irrigation, on peut distinguer les blocs appartenant à un périmètre irrigué et ceux des zones sèches. On peut alors restructurer les données sur les rendements des principales cultures avec les conditions d'irrigation (Haberstock et Ruf, 1992). Par exemple, pour le bassin hydrographique du Mira, le rendement du maïs grain de 1987 était en moyenne de 540 kilogrammes par hectare. Après analyse, en situation pluviale, le rendement moyen est voisin de 400 kilogrammes par hectare alors qu'en situation irriguée il est proche de 700 kilogrammes par hectare.

L'histoire de l'irrigation et les règles de gestion actuelles

Les règles actuelles de gestion dépendent des règles formulées lors de la construction des réseaux. Celles-ci ont pu être ajustées ou totalement réformées à certaines époques de la vie du système. Les archives historiques nationales et régionales s'avèrent riches en documents notariés et comptes rendus de procès sur l'eau. Ces informations ne peuvent être interprétées qu'en rapport avec l'inventaire détaillé des infrastructures actuelles dans une ZARI (Ruf et Nuñez, 1992).

L'expérience acquise à Urcuqui montre que les réseaux ont été progressivement établis à partir d'initiatives locales (Ruf, 1993). Certains auteurs estiment que l'irrigation précoloniale était très développée en Équateur (Caillavet, 1983 ; Knapp, 1987). Cependant, à Urcuqui, les premiers canaux remontent au XVI^{e} siècle et leurs fondateurs sont des caciques indiens. Aux XVIII^{e} et XIX^{e} siècles, les grandes propriétés coloniales (haciendas), après avoir pris le contrôle des ouvrages anciens, fondent de nouveaux canaux en s'appropriant des ressources hydriques éloignées et non encore captées. L'État intervient seulement comme arbitre des litiges entre les usagers des différents systèmes d'irrigation. Au XX^{e} siècle, certaines haciendas disparaissent au profit des communautés paysannes, vendues en lots ou expropriées par la réforme agraire (1960-1970). Les règles de partage de l'eau aujourd'hui en vigueur reflètent l'histoire de chaque réseau. Dans les systèmes les plus anciens, les droits des caciques subsistent encore certaines journées et sont reconnus pour une minorité d'usagers par la communauté toute entière, alors que celle-ci élabore un tour d'eau sur une base associative et égalitaire. En revanche, dans les réseaux fondés par des haciendas, la vente des terrains par lots s'accompagne de la vente des droits d'eau, inscrits au registre de la propriété. Les paysans distinguent toujours clairement les règles de gestion : l'eau "communautaire" doit être distribuée à tous selon un ordre établi, même si certaines journées sont réservées à un règlement encore plus ancien. L'eau "achetée" parviendra à ceux qui ont un titre légal de propriété.

Dans les réseaux publics, les haciendas disposent d'une concession en débit continu, qui ne pose guère de problèmes de gestion. Cependant, dans les secteurs de petite propriété, l'État n'a pas reconnu aux usagers un droit d'eau spécifique. La précarité de l'accès à l'eau contribue à l'échec relatif des projets d'irrigation publique dans le monde paysan partout où l'irrigation traditionnelle préexistait. Pourtant, l'intervention publique est bien admise lorsque le projet amène l'eau dans des sites non aménagés antérieurement : les siphons industriels ont permis le désenclavement de terrains d'accès difficile. L'État est encore bien accueilli là où les conflits sur l'eau ne sont pas résolus par le jeu des règles anciennes. Pour éviter une trop grande raréfaction de l'eau, certaines communautés paysannes, mal desservies, abandonnent leur canal traditionnel pour le nouveau canal de l'État. Pour autant, l'investissement public consenti est sans rapport avec la valorisation agricole de l'eau. En effet, un hectare aménagé par l'État lui coûte entre 5 000 et 10 000 dollars alors que le produit brut moyen d'une culture de maïs ne représente guère plus que 300 dollars et que l'eau est facturée 10 dollars par hectare et par an.

La modélisation de l'économie agricole d'une ZARI

A partir des connaissances sur les infrastructures d'une petite région, sur les activités agricoles pratiquées (cultures et élevages) et sur les règles de partage de l'eau entre tous les usagers, on peut représenter le cadre économique de la population rurale par un modèle : l'ensemble des ressources mobilisées pour se nourrir et générer un revenu agricole est équilibré par l'ensemble des contraintes relatives à la production, la terre, l'eau, le travail, la diète alimentaire, le bilan fourrager. Dans la mesure où toutes les ressources sont bornées et limitantes (terre agricole, terre irrigable, eau, travail, capital vif et capital mort), le jeu d'équations permet de simuler l'impact d'une raréfaction de l'une d'elles, en particulier l'eau.

L'écriture matricielle des équations du logiciel GAMS (General algebraic modeling system) de la Banque mondiale facilite la construction de modèles à plusieurs centaines d'équations (Sabatier *et al.*, 1991). La résolution est un processus itératif de calcul en fonction d'un objectif assigné au modèle, en l'occurrence la maximisation du revenu net agricole de la population. Les relations décrites sont linéaires.

L'économie de la ZARI est structurée par les trois étages agroécologiques : l'étage chaud, où domine le système de production sucrier des haciendas ; l'étage tempéré, où domine l'agriculture paysanne irriguée ; l'étage froid, où coexistent l'élevage extensif des haciendas et les cultures vivrières des paysans. Dans chaque étage, on distingue la population propriétaire de ses moyens de production et celle qui ne les possède pas. Dans un premier temps, les activités ont été décrites sur une base annuelle. Actuellement, le modèle générique ZARI.GAMS est fondé sur des bilans hydriques mensuels — en utilisant les données des vecteurs climatiques régionaux — et des bilans fourragers saisonniers (Ruf *et al.*, 1992). La combinaison optimisée des activités économiques tient compte des mois les plus limitants.

Un tel jeu d'équations sert à simuler l'impact de la dégradation de l'offre en eau du système régional, scénario plausible sur le plan climatique, mais aussi au vu de l'histoire hydraulique, marquée par des conflits successifs sur la ressource. Il permet également de simuler l'accroissement de l'offre en eau à partir d'une politique d'aménagement hydraulique supplémentaire. La figure 5 montre les effets induits par l'offre en eau sur l'assolement de l'étage tempéré d'Urcuqui. En cas de faible diminution de la ressource en eau (- 10 à - 20 %), la luzerne, très grande consommatrice d'eau, est l'activité qui régresse le plus. En cas de forte crise hydrique (- 40 à - 50 %), le maïs pluvial et le maïs irrigué extensif deviennent dominants. En cas d'accroissement de l'offre, les activités d'élevage dominent à tel point que les terres pluviales sont mises en culture pour produire la base alimentaire de la population et valoriser une force de travail peu employée dans les prairies irriguées.

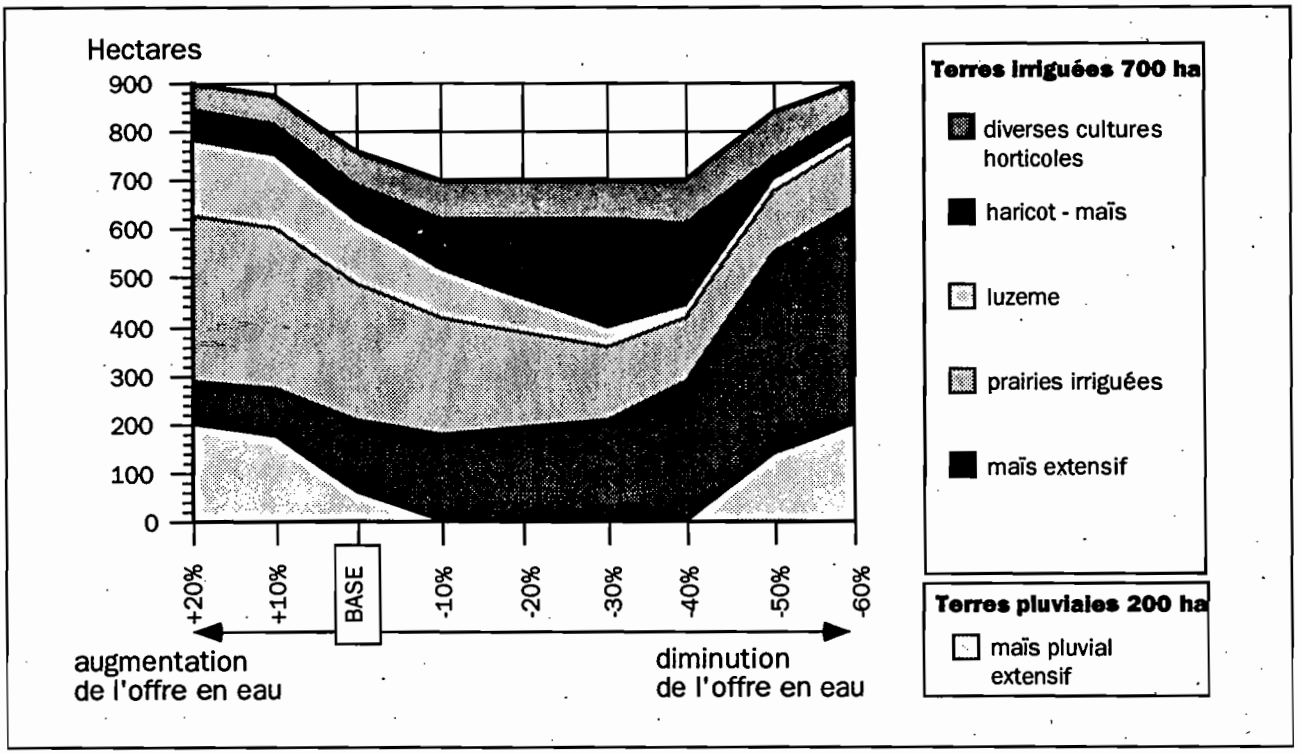


Figure 5. *Modélisation de l'économie agricole d'Urcuqui. Impacts de l'offre en eau sur l'assolement optimal des terres de l'étage tempéré, entre 2 200 et 2 800 mètres d'altitude (activités, conditions et prix de l'année 1991. Le revenu net moyen par exploitation est stable, aux environs de 430 dollars par an et s'infléchit vers -30% pour tomber à 330 dollars).*

L'État équatorien étudie des projets d'adduction d'eau dans le couloir interandin à partir des versants extérieurs, au moyen de tunnels de plusieurs kilomètres sous les crêtes. Le modèle calcule l'effet économique d'un tel projet, sous des hypothèses explicites : la structure des prix en vigueur est stable et aucun changement conséquent ne se produit dans les relations sociales. Dans ces conditions, la simulation relativise l'impact économique des grands projets hydrauliques et permet de réfléchir aux seuils pour lesquels le surplus d'eau n'apporte plus d'intérêt, ou, au contraire, aux crises générées par le manque d'eau. Enfin, la modélisation permet de discuter des règles de partage de l'eau entre les divers étages agroécologiques en proposant différentes affectations des ressources.

Conclusion

L'Équateur connaît actuellement une période de réformes économiques et sociales inspirée par des politiques dites d'ajustement structurel, visant à réduire les interventions de l'État dans les relations économiques. Dans le domaine de l'hydraulique agricole, une nouvelle loi sur l'eau va changer le cadre légal qui régissait l'appropriation et la gestion des ressources en eau.

La formulation des mesures de libéralisation concerne essentiellement l'irrigation publique et le transfert des charges vers les usagers. Les outils de représentation des structures et de la gestion de l'irrigation traditionnelle permettent de discuter l'impact de ces décisions politiques et économiques, en particulier sur le plan de la privatisation des ressources en eau et des ouvrages hydrauliques et sur celui du règlement des conflits. La loi de 1973 reposait sur le principe de gestion équitative et forcée des ressources en eau, sans garantie de droit pour les usagers. La nouvelle gestion des ressources s'orienterait vers la création d'un marché de l'eau, avec une reconnaissance légale de l'appropriation individuelle des ressources en eau.

Références bibliographiques

Caillavet C., 1983. Toponimia histórica, arqueología y formas prehispánicas de agricultura en la región de Otavalo, Ecuador. Bull. Fr. Etudes andines, 83, XII (3-4) : 1-21.

Gondard P., 1985. L'utilisation des terres dans les Andes équatoriennes, de l'inventaire à la dynamique des transformations. Les cahiers de la recherche-développement, 85(6) : 45-54.

Knapp G., 1987. Riego precolonial en la Sierra Norte. Debate, revista del CAAP, Quito, 87(14) : 17-45

Jimenez B., 1986. *Apreciaciones breves sobre el estado del sector riego en Ecuador.* Quito, Equateur, BID, 10 p.

Haberstock F., Ruf T., 1992. *Détermination des productivités des activités agricoles de base.* Quito, ORSTOM, INERHI, 35 p.

Le Goulven P., Aleman M.A., Osorno I., 1988. Homogénéisation et régionalisation pluvimétrique par la méthode du vecteur régional. *In : Quinto congreso de hydraúlica del Ecuador.* Quito, Equateur, Asoc. Ecuat. de Hidraúlica, 21 p.

Le Goulven P., Ruf T., Ribadeneira H., 1989. Traditional irrigation in the Andes of Ecuador. 1) research and planning. 2) dysfunctions and rehabilitation. *In : 7th afro-asian regional conf., Tokyo, 15-25/10/1989.* Japon, ICID, p. 351-371.

Le Goulven P., Ruf T., Dattée E., Linossier I., Gilot L., 1992. *Localisation, organisation et caractérisation de l'irrigation dans les Andes équatoriennes : bassin du Mira, synthèse* (tome VI). Quito, ORSTOM, INERHI, 192 p.

Pourrut P., 1980. Estimation de la demande en eau du secteur agricole et des disponibilités pour la satisfaire, éléments de base pour la planification de l'irrigation en Equateur. Cahiers de l'ORSTOM, série hydrologie, 80 (XVII-2) : 91-127.

Ruf T., Le Goulven P., 1987. L'exploitation des inventaires réalisés en Equateur pour une recherche sur les fonctionnements de l'irrigation. Bulletin de liaison du département H - ORSTOM, 87(12) : 30-48.

Ruf T., Le Goulven P., Sabatier J.-L., 1992. *Modélisation de l'économie agricole dans un espace irrigué. Méthodologie de la construction d'un modèle économique avec GAMS.* Quito, Equateur, ORSTOM, INERHI, 34 p.

Ruf T., Nuñez P., 1991. Enfoque histórico del riego tradicional en los Andes ecuatorianos. Memoria, 91(2) : 185-281.

Ruf T., 1993. La maîtrise de l'eau par une société andine équatorienne : dilemme entre innovation de gestion et conservation des ressources hydriques. Urcuqui. 1) la fondation ancienne des réseaux d'irrigation ; 2) le partage de l'eau au XX^{e} siècle. *In : Innovations et sociétés, 13-16 septembre 1993, Montpellier.* CIRAD, ORSTOM, 22 p.

Sabatier J.-L., Ruf T., Le Goulven P.,1991. Dynamiques des systèmes agraires irrigués anciens, représentations synchroniques et diachroniques ; l'exemple d'Urcuqui en Equateur. Les cahiers de la recherche-développement, 91(29) : 30-44.

USAID, 1983. *Irrigation and AID's experience: a consideration based on evaluation.* Washington, USA, AID program evaluation report n°8.

Whitaker M.D., Alzamora J., 1990. El riego y el desarrollo agropecuario. *In : El rol de la agricultura en el desarrollo económico del Ecuador.* M.D. Whitaker ed., Quito, Equateur, IDEA, p. 211-253.*f*

Étude du parc agroforestier d'un terroir sénoufo au nord de la Côte-d'Ivoire

Utilisation d'un SIG pour cartographier les parcelles cultivées et corréler le type d'arbre avec différentes données agronomiques et socioéconomiques

Bernard Christelle ; Peltier Régis
CIRAD-Forêt, 45 bis, avenue de la Belle-Gabrielle,
94736 Nogent-sur-Marne Cedex, France

Résumé

Après avoir fait un recensement démographique et une brève étude sociologique du village de Dolekaha, les auteurs ont levé les limites du terroir, des boisements, des forêts sacrées, des zones cultivées ou laissées en jachères et relevé l'emplacement des gros arbres. Ils ont ainsi pu établir un certain nombre de cartes en utilisant un système d'informations géographiques (SIG). En interprétant les cartes et les enquêtes, ils ont pu déterminer deux types bien distincts de parcs arborés : autour du village se trouve un parc à Faidherbia albida. *Les limites et la composition de ce parc ont peu varié au cours des trente dernières années. Grâce au transfert de fertilité effectué par le bétail, il est possible d'installer sous les faidherbias des cultures associées (céréales et légumineuses), sans avoir jamais recours à la jachère ; sur les parties périphériques du terroir se trouve un parc où dominent le néré et le karité. Ces terrains sont cultivés en coton ou en céréales en alternance avec la jachère. Les photos aériennes et l'étude historique montrent que le nombre d'arbres de ce parc a augmenté depuis l'introduction du coton en culture attelée.*

Les auteurs ont montré l'importance de l'arbre dans l'espace rural du double point de vue numérique (1 600 gros arbres sur 120 ha cultivés) et économique.

Mots clés

Systèmes, agroforesterie, parcs, Faidherbia albida, Parkia biglobosa, Vitellaria paradoxa, *Côte-d'Ivoire, climat soudanien, Sénoufo, SIG*

Abstract

Study of wooded parklands of the Senoufo village lands in northern Côte d'Ivoire

A population census and a rapid sociological study were carried out prior to the plotting of village lands; sacred forests; afforested, cultivated, and fallow areas; and location of big trees in the village of Dolekaha, Côte d'Ivoire. The data were used for producing maps by means of a geographic information system. Interpretation of the maps and surveys reveals two distinct types of wooded parklands. Surrounding the village is a parkland of Faidherbia albida *trees. The limits of this parkland and composition of the tree stand have not varied considerably over the past 30 years. Fertility transfer by cattle has made it possible to cultivate mixed crops (cereals and legumes) beneath the* Faidherbia *trees without any fallowing. At the outskirts of the village lands is a parkland consisting of mainly* Parkia biglobosa *and* Vitellaria paradoxa. *Cotton or cereals are grown and alternate with fallows. Aerial photographs and historical data show that this parkland has been enriched since cotton crops were introduced with draft cultivation. The paper shows the importance of trees in rural areas, in terms of both numbers (1600 big trees over 120 ha of cultivated land) and economic value.*

Les objectifs de l'étude

Au cours de l'année 1993, deux étudiants du DESS Créteil et du CNEARC Montpellier, Christelle Bernard et Mangomna Oualbadet, ont étudié le village de Dolekaha sous la responsabilité de Nklo Ouattara, ingénieur de l'IDEFOR/DFO, Fabienne Mary, professeur du CNEARC, Régis Peltier et Dominique Louppe, chercheurs du CIRAD-Forêt. Le choix de ce village était principalement justifié par l'importance et la variété de la composante arborée présente sur son terroir, en particulier sous forme de parcs associés aux cultures. Il s'agissait de comprendre pourquoi des arbres avaient été conservés ou installés dans les différentes unités du paysage et comment la composante arborée de l'espace agro-sylvo-pastoral avait évolué au cours des dernières décennies. Pour cela, une compréhension globale du fonctionnement du village s'avérait au préalable nécessaire.

La région de Dolekaha

Données géographiques

Le village est situé au nord de la Côte-d'Ivoire, à 9° de latitude Nord, sur un plateau faiblement vallonné de 400 m d'altitude.

Sur le substrat granitique se sont développés des sols ferralitiques sableux à argilo-sableux, faiblement désaturés, caractérisés par une cuirasse latéritique peu profonde (en général 30 à 50 cm). Le climat est de type soudano-guinéen (Aubreville) à une saison des pluies (avril à octobre), la moyenne des précipitations pour les vingt dernières années étant de 1 200 mm/an ; l'ETP est de 1 800 mm/an et la température moyenne de 27 °C. La région appartient au secteur phytogéographique subsoudanais, caractérisé par la forêt dense sèche comme végétation climacique.

Historique du village

Dolekaha (le village du vieux Do) fut créée au XIX^{e} siècle par les Nafara, sous-groupe du peuple animiste sénoufo, dont la majorité s'était réfugiée au sud du fleuve Bandama, repoussée par l'extension malinké, en particulier par les armées du chef musulman Samory Toure. A partir de cette époque, la plupart des Sénoufo se sont convertis à l'islam mais ont conservé de nombreuses pratiques animistes, parmi lesquelles les offrandes aux forces naturelles dans les forêts sacrées et l'initiation des jeunes gens au rite du Poro dans certaines de ces forêts, scrupuleusement respectées par tous.

Korhogo, capitale régionale des Sénoufo, fut épargnée par Samory Toure et constitue le centre d'une région dont la densité de population, déjà élevée au XIX^{e} siècle, a atteint près de 90 hab./km^2 au moment de l'indépendance, pour décroître ensuite régulièrement jusqu'à environ 40 hab./km^2 dans les années 80, du fait d'une forte émigration vers les villes et les plantations du sud du pays. De nos jours, en raison de la crise de l'économie du sud ivoirien (café, cacao, bois, industrie), cette émigration s'est ralentie, et, dans certains villages, la population a recommencé à augmenter.

Les pratiques culturales des Sénoufo

Autrefois agriculteurs, les Sénoufo ont depuis fort longtemps acheté des bœufs aux Peuls transhumants. Certains de ces derniers se sont sédentarisés dans les villages, où ils sont devenus les bergers du troupeau. Voici quelques décennies, Dolekaha, comme la plupart des villages soudaniens, fondait son système agraire sur la complémentarité entre la cueillette en savane (bois, gibier, poisson, miel, brèdes, fruits, etc.), l'élevage d'un troupeau pâturant alternativement la savane, les résidus de culture et les bas-fonds, l'agriculture permanente aux abords du villages (zone de sécurité, fertilisée par les déjections du troupeau) et l'agriculture itinérante en périphérie.

Le bouleversement de l'arrivée du coton et des plantations forestières

A partir des années 60, la Compagnie ivoirienne de développement du textile (CIDT) fut chargée de diffuser la culture cotonnière dans la région, pendant que la Société d'assistance technique pour la modernisation agricole de la Côte-d'Ivoire (SATMACI) implantait de vastes parcelles de teck et d'anacardier.

Étude démographique et sociologique préalable

Démographie

Les données concernant le village étant rares et peu fiables, il s'avéra nécessaire de faire un recensement. C. Bernard (1993) montra que la population est composée de 121 habitants, dont 50 % de jeunes de moins de 17 ans, et qu'elle a augmenté de 13 % depuis 1975.

Sociologie

Une enquête par entretiens montra que les terres du village sont sous la responsabilité de six chefs de terres ou *tarfolo*. Ces territoires correspondent en grande partie à cinq unités de production dans lesquelles coexistent des champs individuels et des champs communautaires cultivés par différents groupes, comme certaines associations de femmes.

Cartographie du terroir

Cartographie des parcelles

La limite des terres placées sous l'autorité du chef de Dolekaha fut levée topographiquement à la boussole et au décamètre, ainsi que celle de toutes les parcelles cultivées. En même temps, chaque parcelle fit l'objet d'une enquête auprès de son exploitant pour noter son historique, sa date de défrichement, le nombre d'années de mise en culture, le type des cinq dernières cultures et l'itinéraire technique de la campagne en cours.

Toutes ces données furent traitées puis cartographiées grâce à un logiciel créé par Xavier Leroy, de l'Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération (ORSTOM). Cependant, il s'avéra beaucoup plus facile de stocker les données sur une base de données et de la coupler à un système d'informations géographiques (Atlas SIG).

La figure 1 représente les limites de parcelle et les types de culture pratiquées en 1993 en relation avec la culture précédente.

On constate la présence autour du village d'une auréole de culture permanente, constituée de cultures associées de céréales (mil, sorgho) et de légumineuses (arachide, pois de terre). Ces cultures sont pratiquées sur billons levés manuellement et correspondent très probablement à une tradition assez ancienne des Sénoufo, enrichie par l'introduction de cultures nouvelles (maïs, arachide). Les bas-fonds sont occupés par la culture du riz (pluvial ou irrigué de contre-saison) et par le maraîchage de contre-saison.

Le reste du terroir cultivé en 1993 est occupé par un *patchwork* de champs de coton en culture pure et de céréales associées à des légumineuses, venant très souvent en rotation après du coton. Généralement, les cycles culturaux dans cette zone comprennent des jachères assez longues, de l'ordre d'une douzaine d'années.

Rapporté en surface, le terroir du village occupe 353 ha, dont 128 sont cultivés en 1993, soit 36 %. Les trois unités de production principales ont des superficies respectives de 50, 25 et 12 ha. Le coton occupe 34 %, le riz 7 %, l'arachide 2 %,

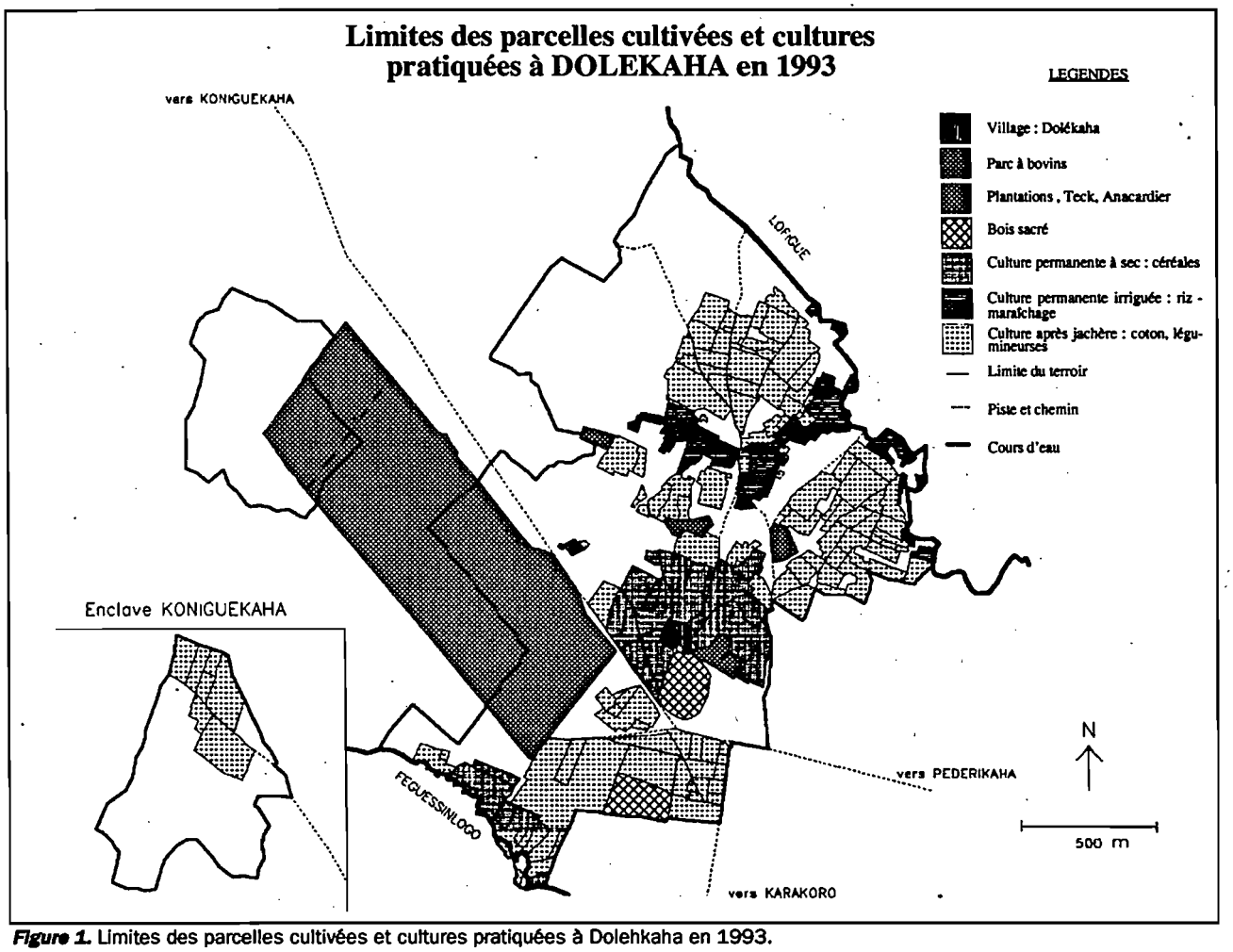


Figure 1. Limites des parcelles cultivées et cultures pratiquées à Dolehkaha en 1993.

le reste étant occupé par des associations de céréales entre elles (par exemple, maïs/mil/sorgho, sur 20 % des terres) ou d'associations céréales/légumineuses (par exemple, maïs/arachide/sorgho, sur 10 % des terres).

Méthode d'inventaire des arbres

La limite des forêts de la SATMACI, du bois sacré et de la savane arborée constituée en grande partie de jachères a été levée, mais les arbres n'y ont pas été inventoriés, faute de temps. Sur l'espace cultivé a été fait un inventaire complet des espèces arborées. Pour tous les arbres de plus de 22 cm de circonférence (d = 7 cm), on a identifié l'espèce de façon certaine, mesuré sa circonférence et levé sa position topographique exacte dans la parcelle.

Espèces, densités et surfaces terrières des arbres sur l'ensemble du terroir cultivé

Quarante-six espèces différentes ont été répertoriées, parmi lesquelles neuf sont représentées à plus de 1 %. Il s'agit de *Parkia biglobosa* (28 %), *Faidherbia albida* (27 %), *Vitellaria paradoxa* (16 %), *Manguifera indica* (7 %), *Ficus gnaphalocarpa* (7 %), *Anacardium occidentale* (4 %), *Tectona grandis* (2 %), *Blighia sapida* (1 %), *Anogeissus leiocarpus* (1 %).

On constate donc l'extrême diversité de ce parc, qui comprend à la fois un grand nombre d'espèces préexistantes de la forêt climacique et des espèces introduites par l'homme ou le bétail. Il est ainsi très curieux de trouver côte à côte une espèce sahélienne comme *Faidherbia albida* et une espèce guinéenne comme *Elaeis guineensis*.

Répartition des espèces

Si on visualise sur une carte la répartition des espèces d'arbre (figure 2), on s'aperçoit aisément que celle-ci n'est pas homogène. Autour du village, sur 7 ha, se trouve un peuplement beaucoup plus dense (56 arbres à l'hectare), où prédomine nettement *Faidherbia albida* (91 % des arbres), accompagné de *Blighia sapida* (3 %) et d'autres fruitiers divers, locaux ou exotiques.

De ce fait, dans le reste du territoire cultivé, la densité n'est que de 10 arbres à l'hectare, dominée par le néré (36 %), le karité (21 %), les ficus et les manguiers (10 % chacun).

Les types de parcs arborés

Si on superpose la carte 1 et la carte 2, on voit se dessiner sur le terroir cultivé de Dolekaha trois grandes unités correspondant à des systèmes de culture (agroforestiers ou non) différents :

- les cultures de bas-fonds ne sont associées à aucun arbre ;
- l'auréole de 7 ha située autour du village associe un peuplement dense, presque monospécifique, de *Faidherbia*

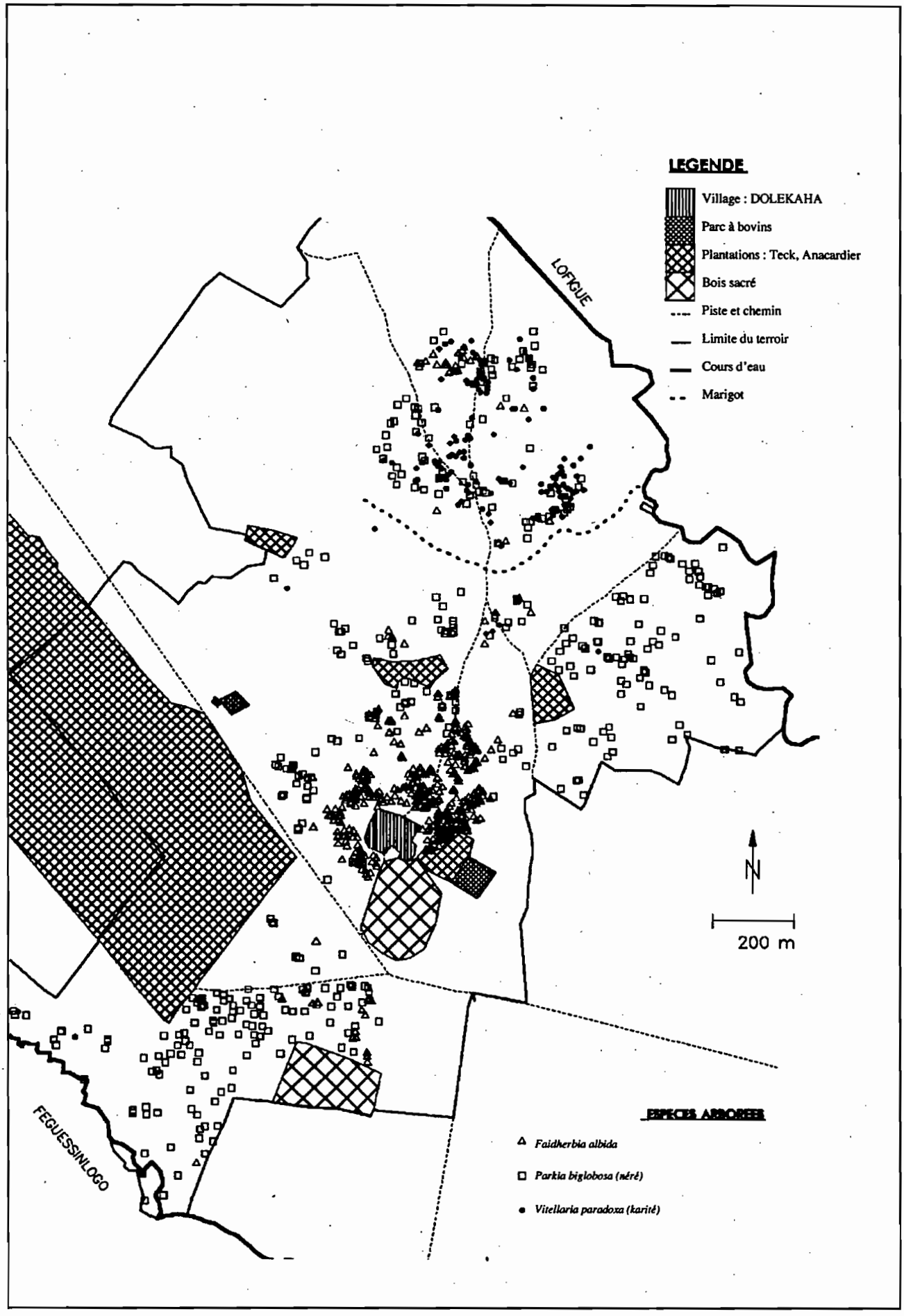


Figure 2. *Répartition des trois principales espèces arborées constituant les parcs arborés.*

albida à une culture pluviale permanente de céréales, de légumineuses et de cultures dites de case ou de sauces (tabac, tomates, gombos, piments, etc.). En saison sèche, le bétail de retour des pâturages stationne longuement sous ces *Faidherbia albida* pour glaner les gousses et brouter les branches émondées par les bergers. Il y fait, bien entendu, un grand nombre de ses déjections. Malgré cela, ces terres sont encore complémentées par du fumier récolté sur les parcs à bétail. Ce système est donc typiquement un parc à *Faidherbia albida* périvillageois comme il en existe dans tout le Sahel autour des vieux villages de nombreux peuples d'agropasteurs (Raison, 1988) ;

– les cultures de l'anneau périphérique sont associées à un peuplement arboré assez clair, où domine le néré, associé principalement au karité. Ces cultures sont principalement le maïs et le coton, le plus souvent cultivés en rotation. La durée de mise en culture varie de 2 à 15 ans, suivant la fertilité du sol et les façons culturales. Ensuite, elles sont laissées en jachère. Cet anneau comprend environ 100 ha de culture et 100 ha de jachère, soit moitié-moitie. Il s'agit typiquement d'un parc à nérés-karités. Décrit par de nombreux auteurs en zone soudanienne dont M. Agbahungba et D. Depommier (1989), ce parc est lié à l'alternance jachère-culture, la première permettant le semis et l'installation des jeunes arbres et la seconde leur développement à l'abri du feu et de la concurrence des herbacées pérennes.

Évolution de ces systèmes au cours des trente dernières années

Une étude a été réalisée sur des photos aériennes de 1962. C'est ainsi que les arbres visibles par stéréoscopie ont été reportés sur un fond de carte du terroir de Dolekaha (figure 3). Par comparaison avec la carte actuelle des ligneux, on constate principalement les faits suivants :

– le bas-fond était déjà dépourvu d'arbre. Il est vrai que, même dans les savanes arborées non anthropisées de la région (parcs nationaux, etc.), les bas-fonds inondables sont très pauvres en végétation ;
– les bois sacrés ont peu évolué ;
– le parc à *Faidherbia albida* a gardé en gros la même surface et le même nombre d'arbres au cours des trente dernières années ;
– en revanche, le parc à nérés-karités a été véritablement construit pendant cette période. En 1962, il y avait beaucoup moins d'arbres, mais les zones cultivées se répartissaient sur l'ensemble du terroir.

On peut avancer les hypothèses suivantes pour expliquer le développement du parc à nérés-karités. D'une part, l'explosion de la culture du coton et du maïs, du fait de l'existence de marchés et de la fourniture d'intrants agricoles comme les engrais chimiques, a permis la mise en culture des champs pendant plus longtemps. Les nérés et les karités devaient exister dans la flore originelle, mais ils ne pouvaient certainement pas se développer dans les épisodes trop courts de mise en culture sans engrais ni fumier (2 ou 3 ans). D'autre part, le développement du commerce des graines de ces deux arbres a dû jouer sur leur protection. Mais ces hypothèses doivent être vérifiées par des études ultérieures.

Confirmation de l'historique des parcs par enquête

Au cours des enquêtes, il a été demandé aux villageois, et en particulier aux plus vieux d'entre eux, de décrire l'évolution historique de la composante arborée.

Tous ont confirmé la stabilité du parc à *Faidherbia albida,* qui semble aussi naturel dans le paysage du village que les collines où les rivières.

A propos de l'aménagement du parc à nérés-karités, les villageois témoignent que ce sont les chefs de terre qui imposent aux membres de leurs unités de production le respect des jeunes arbres, au moment du défrichement des jachères et au cours des labours et sarclages suivants.

Au moment de l'introduction de la culture cotonnière, des tracteurs loués par la CIDT venaient labourer les champs et les propriétaires éliminaient les arbres pour faciliter leur passage, encouragés par les moniteurs agricoles. Ensuite, les villageois ont appris la culture attelée, se sont équipés de charrues et de bœufs et ont abandonné le labour mécanisé, trop cher. Depuis cette époque, les agriculteurs ont laissé repousser de jeunes arbres de parc.

Pourquoi les agriculteurs conservent-ils des arbres dans les parcs ?

Les raisons subjectives

Au cours de l'enquête, il a été demandé aux villageois pourquoi ils conservaient des arbres dans leurs champs ; les réponses suivantes ont été faites pour les principales espèces.

Faidherbia albida. Les villageois citent les avantages classiques de cette espèce, dont le plus important est l'apport de complément fourrager riche en azote (feuilles de branches élaguées et gousses) au moment où le fourrage de brousse est rare et peu digestible.

Contrairement aux paysans du Sahel, ils citent tout de même des inconvénients. Ils disent en effet que les racines de cet arbre gênent le labour, si bien que celui-ci doit être fait manuellement, en billons, comme autrefois. Une observation rapide montre en effet que les arbres renversés par le vent ont un enracinement très traçant, sans pivot. Certaines racines courent à la surface du sol et se rejoignent, comme si elles s'étaient anastomosées ou si l'un des arbres était le drageon du premier. Ces hypothèses seront prochainement vérifiées par étude génétique de différents arbres. Il est également très probable qu'une dalle latéritique continue empêche l'installation d'un pivot profond et que, sous ce climat pluvieux, l'alimentation superficielle soit suffisante pour faire vivre un *Faidherbia albida* alors que cette espèce est phréatophyte dans les climats beaucoup plus secs du Sahel. Une étude pédologique devrait prochainement vérifier cette autre hypothèse.

D'autre part, d'après certains paysans, les grands arbres contrôlent la prolifération de jeunes semis ou de drageons, qui, sans eux, deviendraient incontrôlables et constitueraient une peste végétale. Au nord du Cameroun, J.-M. Harmand (comm. pers.) signale que les paysans avancent

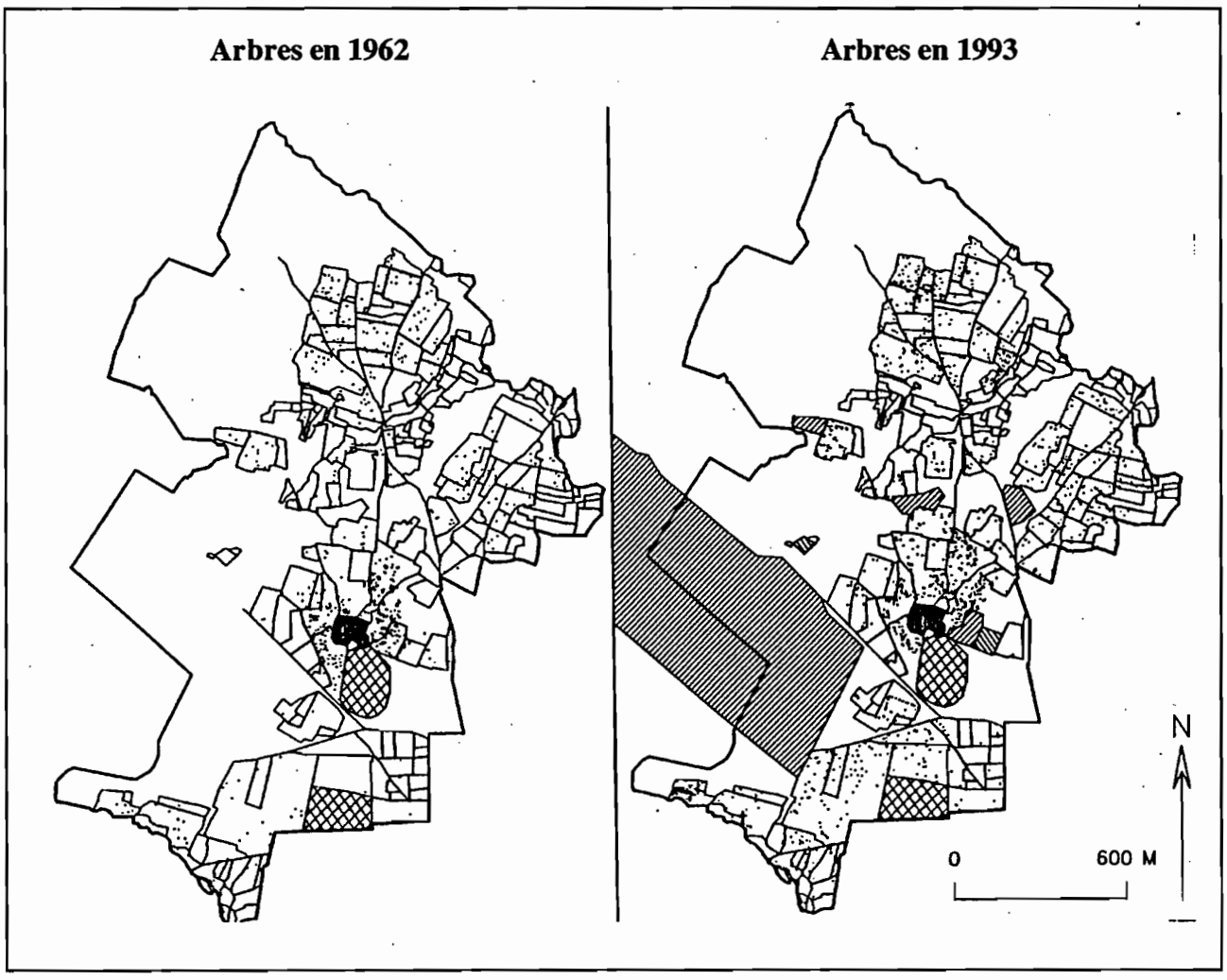


Figure 3. *Evolution des parcs arborés entre 1962 et 1993.*

souvent la même raison pour le maintien de grands arbres de parc. En effet, le brout du bétail n'élimine pas *Faidherbia albida* ; il favorise au contraire son drageonnage, si bien qu'il peut le rendre envahissant. D'autre part, dans les zones cultivées de façon permanente, cette espèce n'a à craindre ni la concurrence des graminées pérennes en arrière-saison, ni le passage du feu, facteurs auxquels elle est très sensible (Peltier, 1988).

Néré. Les paysans confirment que le chef de terre fait protéger jalousement cette espèce. M. Oualbadet (1993) rapporte que l'un d'entre eux lui a déclaré : *«Le néré est, pour un tarfolo, le café ou le cacao d'un planteur du sud.»*

En effet, le néré est non seulement la marque de sa propriété sur le sol, mais aussi une source de revenus importante. Il semble que 9/10 des graines récoltées par les femmes reviennent au tarfolo, qui les vend pour la fabrication d'un condiment, le soumbala. La farine contenue dans la gousse sert de nourriture aux enfants, de complément du bétail et est consommée par les adultes en temps de famine. L'enveloppe des gousses est très appétée par les caprins et les ovins.

Karité. Les graines de karité sont également partagées entre les femmes qui les récoltent et le chef de terre, qui en prend sa part (souvent seulement la moitié, car il n'y a pas de sous-produit à laisser aux récolteuses) ; les coques réduites en cendres servent à l'extraction de la potasse. Il existe dans la région des ramifications du marché international de la graine de karité qui assurent la vente de ce produit, mais la transformation sur place est restée très rudimentaire et consomme trop de temps à une époque (juin) où les travaux des champs sont nombreux. Le manque de main-d'œuvre et les problèmes de régénération limitent certainement l'expansion de cette espèce.

Autres espèces. Les mangues greffées (peu nombreuses dans ce village) et les noix d'anacarde sont également exportées. Les ficus, quant à eux, servent de réserve fourragère ; leur feuillage peut même être vendu sur les marchés.

Les données économiques

Les enquêtes économiques menées par M. Oualbadet n'ont duré que quatre mois en 1993, mais elles donnent un ordre d'idée fiable. Tous les produits mesurables pendant l'étude ont été quantifiés, les autres ont été estimés d'après enquête. Les prix des produits ont été relevés sur les marchés et confirmés par enquête, mais sans références à leurs éventuelles variations dans l'espace et dans le temps. Les produits autoconsommés ont été regroupés avec les produits commercialisés pour le calcul du revenu des exploitations.

Les revenus de l'élevage n'ont malheureusement pas été estimés, le bétail servant surtout d'épargne et les abattages étant surtout réservés aux cérémonies traditionnelles.

C'est ainsi que, dans le revenu global hors élevage du village, estimé à 5,8 millions FCFA, la plus grande part revient bien entendu aux cultures annuelles (25 % pour les céréales, 18 % pour le coton, 6 % pour les légumineuses) ; mais la part réservée aux produits liés à l'existence du parc reste élevée, avec 207 000 FCFA pour les graines de néré (4 %), 130 000 FCFA pour les graines de karité (2 %), 205 000 FCFA pour les produits artisanaux en bois (4 %), 350 000 FCFA pour le bois de feu (6 %).

Un des résultats très surprenant de cette enquête est la part très importante de la chasse traditionnelle du petit gibier (pintades, perdrix, écureuils, varans, serpents, etc.) dans le revenu du village, avec 1,6 million de FCFA, celui-ci étant supérieur aux revenus du coton !

Or, les paysans considèrent que la présence de ce gibier est liée à l'existence de boisements, de forêts, de jachères et également des arbres de parc.

Il apparaît donc clairement que la contribution des arbres aux revenus du village est loin d'être négligeable en année normale. Il est bien évident que la part des ligneux devient capitale en année de sécheresse et de pénurie agricole, pour la survie des humains et du bétail. Cet aspect assurance anti-sécheresse ou stratégie anti-risque est malheureusement difficile à prendre en compte par les théories économiques.

Un mot sur les plantations de teck et d'anacardier

Le statut de ces plantations installées par la SATMACI n'est pas clair. Elles sont prétendues villageoises, mais il faut des autorisations pour y récolter du bois. Les chefs de terre à qui ont été prises ces parcelles estiment qu'ils en ont été dépouillés au profit de l'État.

Cela ne condamne pas à leurs yeux l'intérêt du teck et de l'anacardier dont ils gardent des semis dans leurs champs, mais plutôt ce type de grandes plantations, à objectif non clairement défini.

Conclusion

L'étude de la composante arborée du village de Dolekaha montre qu'il faut très clairement distinguer l'origine et l'évolution de deux types de parc :

- le parc à *Faidherbia albida* est lié à l'élevage, qui, par des transferts de fertilité, permet la culture permanente, mais sa surface est limitée par les disponibilités en fumier (dans notre cas, seulement 6 % des terres cultivées) ;
- le parc à nérés-karités est bien différent, car il est lié à l'alternance jachère-culture. Sa surface peut donc être beaucoup plus étendue. On avance l'hypothèse que les apports de fertilisants, surtout chimiques, en allongeant la période de mise en culture, favorisent l'extension de ce type de parc. Cela permet la croissance des jeunes arbres à l'abri du feu et de la concurrence herbacée.

En second lieu, cette étude montre l'importance de la composante arborée dans les terroirs villageois.

Dolekaha compte environ 1 600 arbres sur ses terres cultivées, et bien davantage sur ses jachères, dans son bois sacré et ses forêts galeries.

Au moins 3 000 arbres pour 120 habitants, cela représente 25 arbres par habitant du village, enfants et vieillards compris. Et pourtant, avec presque 50 hab./km^2, la densité de population est relativement élevée dans cette zone. Ceci nous montre qu'une augmentation raisonnée du nombre d'habitants en zone soudanienne n'est pas forcément synonyme de désertification, bien au contraire.

Au vu de tels chiffres, on comprend combien sont fausses certaines statistiques forestières, qui oublient encore bien souvent dans leurs calculs de biomasse les arbres disséminés dans l'espace rural. Or, on sait qu'il y a en Afrique soudanienne et sahélienne des millions de paysans qui cultivent chacun plusieurs dizaines d'arbres. C'est dire tout le travail d'inventaire de ces systèmes qu'il reste à faire. On comprend également quelle grossière erreur font les scientifiques qui écrivent, encore de nos jours, qu'il n'y a pas d'agroforesterie en Afrique de l'Ouest ! Souhaitons qu'ils sortent des limites de leurs stations pour étudier le fonctionnement réel des systèmes traditionnels, en faire une typologie et cibler leurs recherches sur leur amélioration.

Références bibliographiques

Agbahungba M. et Depommier D., 1989. Aspects du parc à karités-nérés dans le sud du Borgou (Bénin), Revue Bois et Forêts des Tropiques, 222, p. 41-54, CIRAD-Forêt, Nogent-sur-Marne, France

Bernard C., 1993. *Typologie d'un terroir Sénoufo en zone dense, cas de Dolekaha, région de Korhogo, Côte-d'Ivoire.* Mémoire DESS, 100 p., Université Paris XII, Créteil, France

Oualbadet M., 1993. *Pratiques agroforestières en pays Sénoufo, cas du village de Dolekaha, Côte-d'Ivoire.* Mémoire CNEARC, 59 p., Montpellier, France

Peltier R., 1988. Résultats des essais sylvicoles du Nord-Cameroun, 241 p, IRA-CRF, Maroua, Cameroun

Raison J.-P., 1988. Les parcs en Afrique. Encyclopédie des techniques agricoles en Afrique Tropicale, 117 p., Centre d'Etudes Africaines, EHESS, Paris, France

L'eau et l'activité agricole : diagnostic et modélisation du fonctionnement de quelques hydrosystèmes agricoles tropicaux

Affholder François[1] ; Reyniers François-Noël[2] ; Scopel Eric[3]

[1] Unité de recherche gestion de l'eau, CIRAD-CA, délégation CIRAD, SHIS Q 11 Cj.6, C. 7, 71 625 260, Brasilia, Brésil

[2] Unité de recherche gestion de l'eau, CIRAD-CA, BP 5035, Montpellier, France

[3] Unité de recherche gestion de l'eau, CIRAD-CA, CIMMYT A.P. 6 641, 06 600 Mexico D.F., Mexique

Résumé

Cette communication illustre comment la quantification des flux hydriques dans l'écosystème agricole permet de mieux comprendre les relations entre l'eau et l'activité agricole.L'objet d'étude est l'hydrosystème agricole, ensemble des composantes économiques et sociales, techniques, biologiques et physiques de l'écosystème agricole qui déterminent les flux hydriques.La méthode d'étude appliquée par les auteurs aux composantes biophysiques et techniques de ce système est une démarche empirique dans laquelle on fait converger progressivement avec la réalité l'image virtuelle fournie par un modèle.Les résultats obtenus au Brésil, au Mexique et au Sénégal indiquent les facteurs de productivité et de durabilité de ces hydrosystèmes agricoles et l'impact de nouvelles contraintes ou techniques. Les avantages de cette approche et les lacunes du niveau socioéconomique sont discutés dans la perspective d'élaborer des outils d'aide à la décision des agriculteurs et de négociation entre acteurs du développement.

Mots clés

Hydrosystème, bilan hydrique, zonage, diagnostic agronomique, maïs, mil, riz, Brésil, Mexique, Sénégal.

Abstract

Water and agricultural activity: description and modeling of certain tropical agricultural water systems.

Quantification of water in the agricultural ecosystem allows a better understanding of the relationship between water and agricultural activities. The term 'agricultural water system' refers to the subsystem that encompasses all the socioeconomic, technical, biological, and physical components of the agricultural ecosystem and their interactions that determine water flux in agriculture.

The empirical approach adopted in this study aims at a convergence of virtual images produced by modeling and reality. Results obtained in Brazil, Mexico, and Senegal indicate the relevance of this approach to analyses of the productivity and sustainability of tropical agricultural water systems and to evaluations of the impact of new techniques and constraints. Lack of socioeconomic data still remains a major constraint. Nevertheless, this approach offers definite advantages as an aid to decision making by farmers and negotiation between development agents.

Introduction

Dans les relations entre activité agricole et environnement, l'eau occupe une place majeure, à la fois comme facteur de production et comme facteur d'évolution du milieu, spécialement lorsqu'elle est insuffisante et aléatoire (Le Houérou, 1992).

Sur les interfluves, l'eau est soumise à une gestion complexe impliquant de nombreux acteurs, dont les agriculteurs sont les principaux. Sont aussi concernés les responsables des performances et de la durabilité des systèmes agricoles et ceux de la quantité et qualité de la ressource hydrique en aval, dans les nappes, les cours d'eau et les lacs.

Cet article propose le concept d'hydrosystème agricole ainsi qu'une démarche et des outils pour analyser les aspects biophysiques et techniques de cette gestion, en déceler les inconvénients et proposer des améliorations durables.

Méthodes et outils d'étude des hydrosystèmes agricoles

Flux hydriques et hydrosystème agricole

La ressource en eau qui nous intéresse ici est celle du système élémentaire sol-culture, échangée avec l'extérieur à travers les flux suivants (figure 1) :

– les précipitations et les irrigations éventuelles ;

– l'évaporation vers l'atmosphère ;

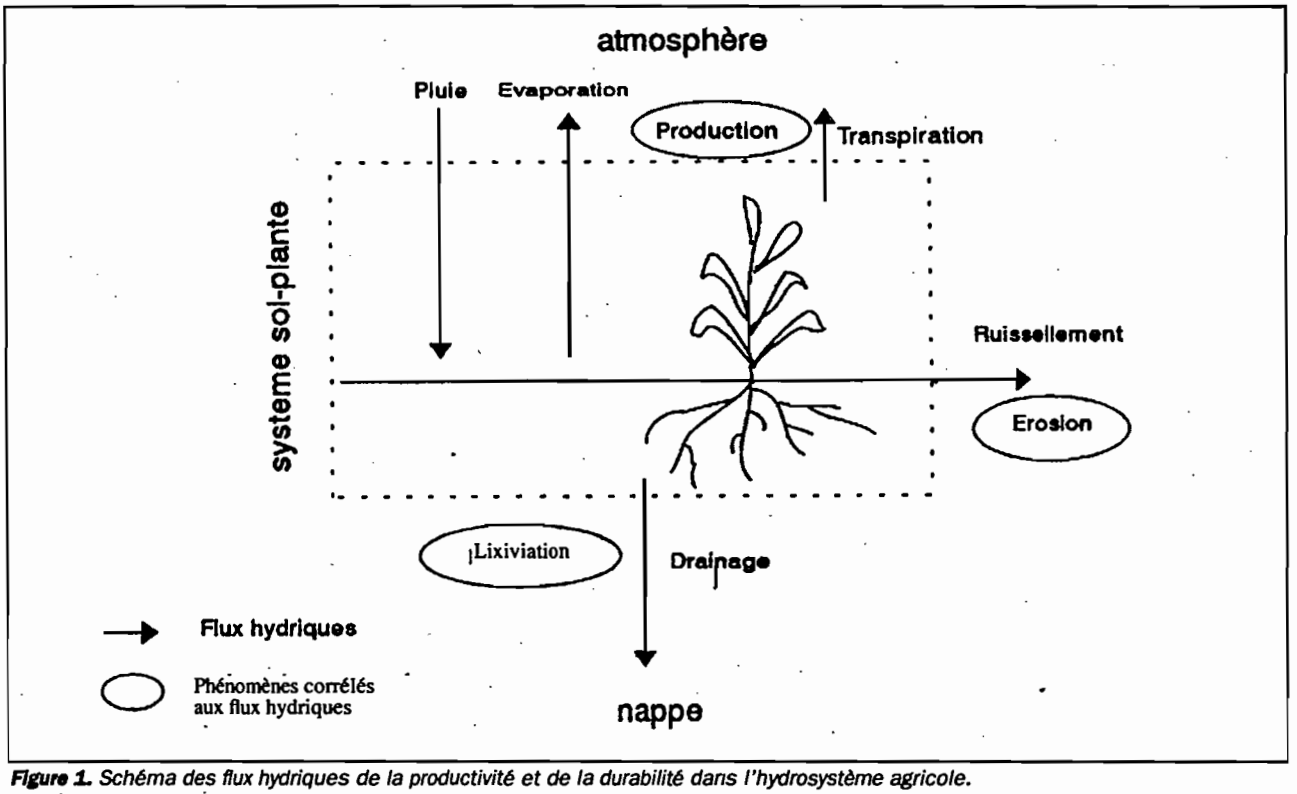


Figure 1. *Schéma des flux hydriques de la productivité et de la durabilité dans l'hydrosystème agricole.*

- le ruissellement à la surface du sol. Il a souvent un pouvoir érosif et peut entraîner ou apporter des éléments chimiques en solution (perte de fertilité, pollution, etc.). Il peut aussi permettre de concentrer la ressource en eau à certains endroits ;
- le drainage sous la zone de sol colonisée par les racines. Il peut modifier favorablement ou défavorablement l'équilibre ionique des sols et leur aération et approvisionner la nappe phréatique ;
- les remontées capillaires provenant de la nappe. Elles peuvent contribuer à l'approvisionnement des cultures mais aussi induire une asphyxie des racines en cas d'hydromorphie ;
- la transpiration, enfin. Elle régule la photosynthèse des végétaux et conditionne la production de biomasse, surtout dans les milieux où la contrainte hydrique l'emporte sur les contraintes liées au rayonnement ou à la température.

Nous proposons de nommer hydrosystème agricole le sous-ensemble de l'écosystème agricole comprenant tous les éléments de l'écosystème, facteurs et relations entre facteurs, qui participent au déterminisme de ces flux hydriques. Il peut être appréhendé à diverses échelles de temps et d'espace (Reyniers, 1994).

Composantes de l'hydrosystème agricole

La chaîne de relations permettant d'agir sur les flux hydriques peut servir de base pour décomposer l'hydrosystème agricole (figure 2). Le premier niveau est celui du milieu physique : les flux hydriques sont directement déterminés par l'état du sol, du peuplement végétal et du climat. Le niveau intermédiaire est celui des techniques agricoles (Sebillotte, 1978) : il comprend les actions que les agriculteurs et les aménageurs de l'espace exercent sur le milieu pour en modifier l'état. Enfin, le niveau supérieur est le niveau social et économique : il est constitué des éléments structurels des exploitations agricoles, des circonstances telles que les prix relatifs des entrées et sorties, du savoir et des projets sociaux des divers acteurs, qui déterminent leurs actes techniques.

La problématique initiale détermine les niveaux et les échelles d'analyse à privilégier. Mais généralement, la connaissance d'une partie du système suscite de nouvelles questions conduisant à intégrer d'autres éléments du système, réaliser des changements d'échelle et collaborer avec de nouvelles disciplines.

Démarche et outils d'analyse

L'approche proposée est une démarche itérative de diagnostic et de modélisation. Au départ, l'hydrosystème agricole est représenté par un modèle simple postulant que la production de biomasse est au potentiel permis par le rayonnement. En zone tropicale, le premier diagnostic conduit généralement à constater que la productivité réelle est nettement inférieure à ce potentiel.

Une deuxième itération est alors réalisée. On introduit l'effet de la contrainte hydrique dans le modèle, mais en considérant, à ce stade, que seules les précipitations limitent la valorisation de l'énergie radiative. On affine alors le diagnostic en comparant les valeurs des flux hydriques et de la productivité simulés par le nouveau modèle avec leurs valeurs mesurées lors d'une enquête. Puis on recherche des corrélations entre les écarts observés et un ensemble de variables susceptibles de limiter l'utilisation de la ressource pluviométrique. Ces variables, par exemple la fertilité du sol ou sa sensibilité au ruissellement, seront

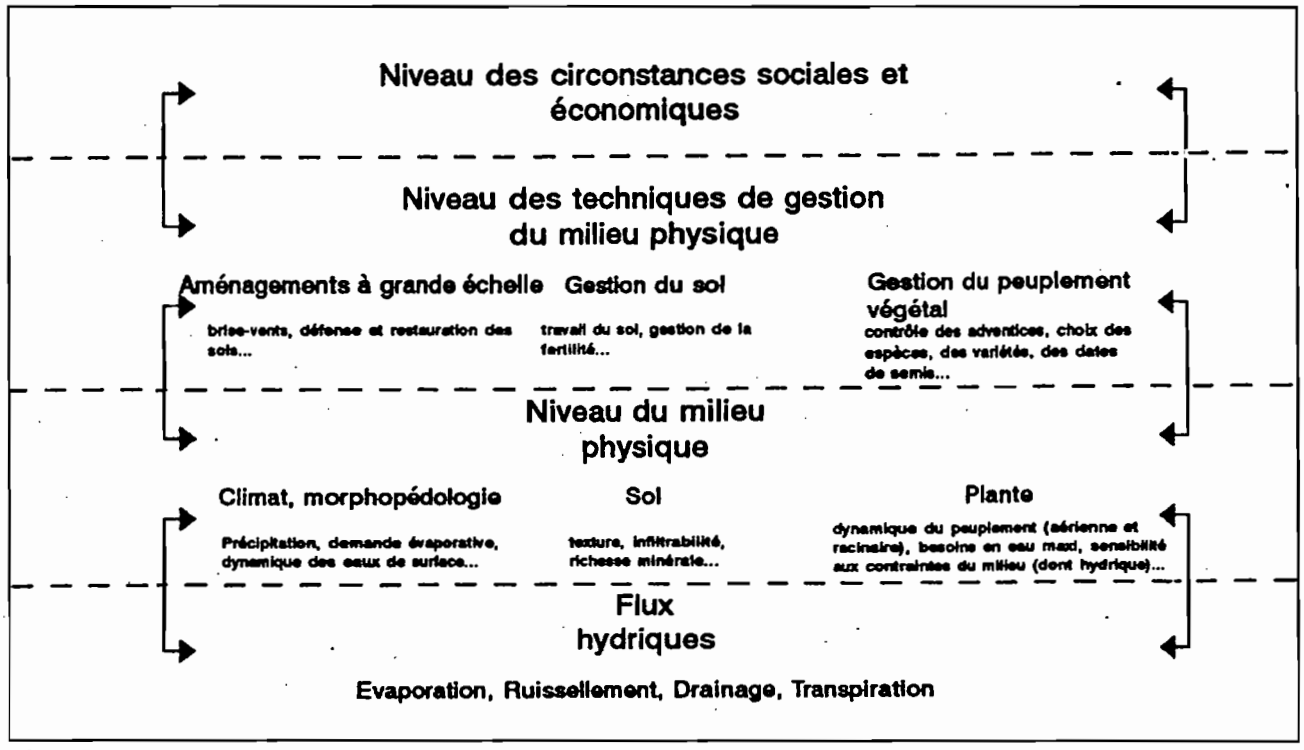


Figure 2. *Schéma des composantes de l'hydrosystème : flux d'information.*

à prendre en compte au cours de l'étape de modélisation ultérieure.

Ainsi, les variables des divers niveaux et relations entre variables sont intégrées dans le modèle dans l'ordre décroissant de leur poids relatif dans le déterminisme de l'hydrosystème agricole.

A l'issue du processus, on dispose d'un modèle de fonctionnement de l'hydrosystème local dont la précision dépend du nombre d'itérations effectuées et des approximations faites au cours des étapes de modélisation.

Le modèle de bilan hydrique utilisé à partir de la deuxième itération a été mis au point initialement par Forest (1984). Fondé sur l'analogie sol-réservoir, il a fait la preuve de sa capacité à s'enrichir de nouvelles fonctions pour s'adapter aux diverses situations étudiées et intégrer les facteurs identifiés lors des phases de diagnostic successives (Fréteaud *et al.*, 1987 ; Poss, 1991 ; Albergel *et al.*, 1991).

De même, le modèle de production couplé au modèle de bilan hydrique est très simple : le rayonnement reçu par la culture permettant de calculer la production potentielle de biomasse est déduit de la demande évaporative variable d'entrée du modèle de bilan hydrique. Ce dernier fournit un indice de déficit hydrique résultant de l'utilisation de la ressource pluviométrique. La production potentielle est modulée par cet indice en tenant compte des variations de sensibilité de la culture en fonction de la phase du cycle et des différents organes (Reyniers, 1994 ; Cortier, 1994).

Applications

Cas des *cerrados* brésiliens

Dans les *cerrados* du Brésil, les cultures de riz pluvial, maïs, soja progressent rapidement, en rotation avec la sole fourragère. Cette région immense, de deux cents millions d'hectares, qui couvre la majeure partie du plateau central a une pluviométrie annuelle de 1 200 à 1 800 mm et une demande évaporative de 4 à 6 mm/jour, liée à un rayonnement élevé.

Les potentialités de production de cette région, encore mal connues, ont été estimées sur l'exemple du riz pluvial, en simulant le bilan hydrique moyen d'au moins 15 années sur 80 stations pluviométriques. On a pu constater que, dans le cas où les seuls facteurs limitants sont le rayonnement et la pluviométrie, les besoins en eau du riz sont généralement satisfaits, à l'exception de la bordure est de la région, où ils sont restreints, ne permettant des productivités moyennes que de 2 t/ha (figure 3a) (Steinmetz *et al.*, 1988).

Or, en réalité, dans la majeure partie de la région, les cultures paraissent sensibles à des périodes de quelques jours sans pluie, appelées *véranicos*, qui surviennent fréquemment au milieu de la saison humide lorsque les plantes sont à leur phase reproductive. Des observations de terrain, constituant une étape de diagnostic, ont montré qu'en fait l'enracinement des cultures reste très superficiel, du fait de l'aluminium toxique amené par l'acidification du sol (Reyniers *et al.*, 1987) et de la compaction du sol par des engins agricoles mal adaptés.

A l'étape suivante de modélisation, on a introduit l'effet de l'enracinement sur le bilan hydrique du riz. Lorsque l'enracinement est réduit conformément à la réalité, la simulation prévoit bien un risque élevé de déficit d'alimentation hydrique (tableau I). La simulation permet alors d'extrapoler à l'ensemble du Brésil où se pratique cette culture l'effet combiné du climat et des contraintes de réserve utile des sols, en particulier son acidité, sur les potentialités de production (figure 3b). La comparaison des deux cartes permet d'évaluer la marge de progrès théorique en termes de production justifiée par l'amélioration de la réserve utile. Le modèle prévoit de plus l'augmentation des excès d'eau, drai-

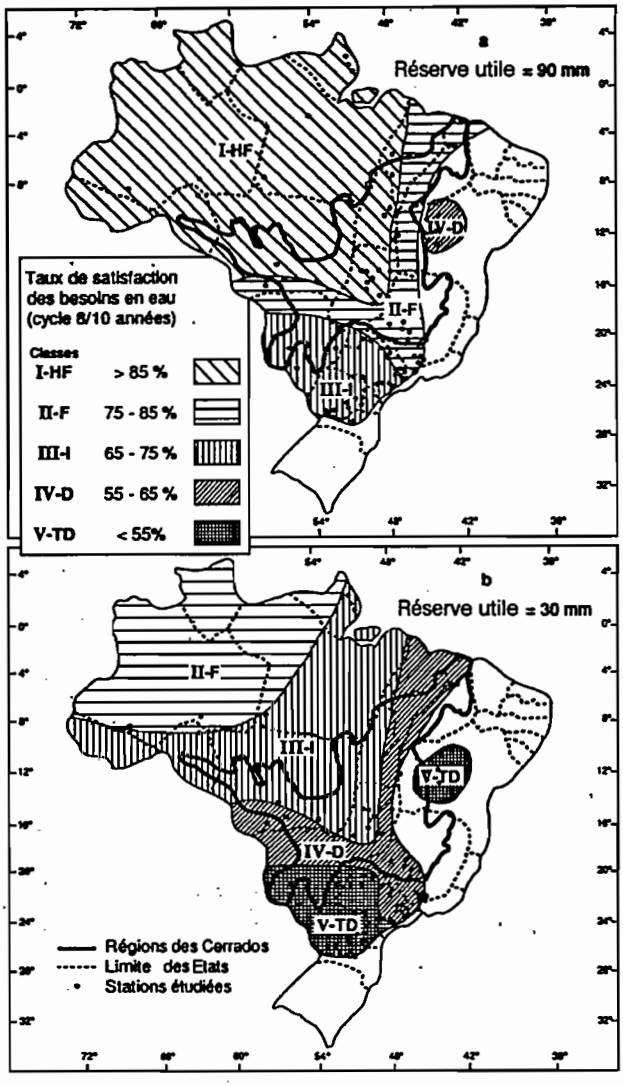


Figure 3. *Zonage des taux de satisfaction des besoins en eau du riz dans les* cerrados *brésiliens. a) simulation avec rayonnement et ressource pluviométrique comme seuls facteurs limitants ; b) simulation avec, en plus, colonisation des racines insuffisante ; H-F : hautement favorable ; F : favorable ; I : intermédiaire ; D : défavorable ; TD : très défavorable.*

nage et ruissellement, susceptibles d'entraîner une lixiviation et une érosion importantes.

Cette étude à l'échelle régionale a permis de prévoir que l'irrigation dans le but de limiter les effets des *veranicos*, bien que pratiquée par de nombreux agriculteurs et encouragée par l'agro-industrie, augmente les risques de dégradation du milieu et n'est donc pas une solution durable. Une gestion adéquate de l'hydrosystème agricole des *cerrados* passe en revanche par une augmentation de la zone accessible aux racines. Les succès des pratiques fondées sur les amendements correcteurs de l'acidité et les techniques évitant la compaction du sol et stimulant l'activité biologique en profondeur ont par la suite montré le bien-fondé de ce principe (Seguy *et al.*, 1989).

Ainsi, la démarche itérative modélisation - diagnostic de l'hydrosystème agricole a contribué à définir des itinéraires techniques adaptés à l'exploitation agricole des caractéristiques pédoclimatiques des *cerrados*.

Cas des plateaux mexicains du Jalisco

Sur les plateaux à pluviométrie irrégulière de la côte Pacifique de l'État de Jalisco, au Mexique, la technique du semis direct sur paillis de résidus a été proposée pour sécuriser la production de maïs. Toutefois, avant d'envisager sa diffusion, il paraissait nécessaire d'évaluer ses performances dans les conditions de culture variées de la zone.

En premier lieu, les modifications possibles de l'hydrosystème sous l'action de techniques de préparation du sol ont été inventoriées et replacées dans un schéma théorique général (figure 4).

Par la suite, ces modifications des flux hydriques et de l'évolution de la réserve d'eau utilisable ont été étudiées dans un dispositif contrôlé pour trois techniques de préparation particulières : le semis direct avec 2 t/ha de résidus en surface (SD) ; le semis direct sans protection en surface (SO) ; la préparation superficielle aux disques (DM). Le modèle de bilan hydrique a alors été paramétré pour rendre compte des effets de chaque préparation (figure 5).

Une enquête a été réalisée sur un réseau de parcelles couvrant la plus large part possible de variabilité des conditions régionales de culture. Les trois techniques de préparation

Tableau I. Effet de la réserve utile sur les taux de satisfaction des besoins en eau du riz et sur l'excès d'eau de stations représentatives des cerrados et du sud du Brésil.

Station-Etat	90 mm de réserve utile		30 mm de réserve utile	
	Taux de satisfaction en eau du cycle, 8 à 10 ans en %	Excès d'eau du cycle (mm)	Taux de satisfaction en eau du cycle, 8 à 10 ans en %	Excès d'eau du cycle (mm)
Porto Velho-Rox	94	684	82	780
Imperatriz-Ma	88	405	66	531
Teresina-Pi	87	495	66	612
Barreiras-Ba	54	207	39	342
Parana-To	67	261	77	432
Taguatinga-Go	85	513	62	669
Goiania-Go	83	387	65	513
Cuiaba-Mt	80	387	61	507
Ponta Pora-Ms	72	234	50	408
Tapirai-Mg	58	415	54	702
Terra Roxa-Sp	83	396	59	525
Ponta Grossa-Pr	79	207	54	318

Simulation de l'ETR/ETM cycle et de l'excès d'eau (ruissellement plus drainage) réalisée sur un minimum de 15 ans de pluviométrie, avec un cycle de 110 jours et une date de semis optimale.

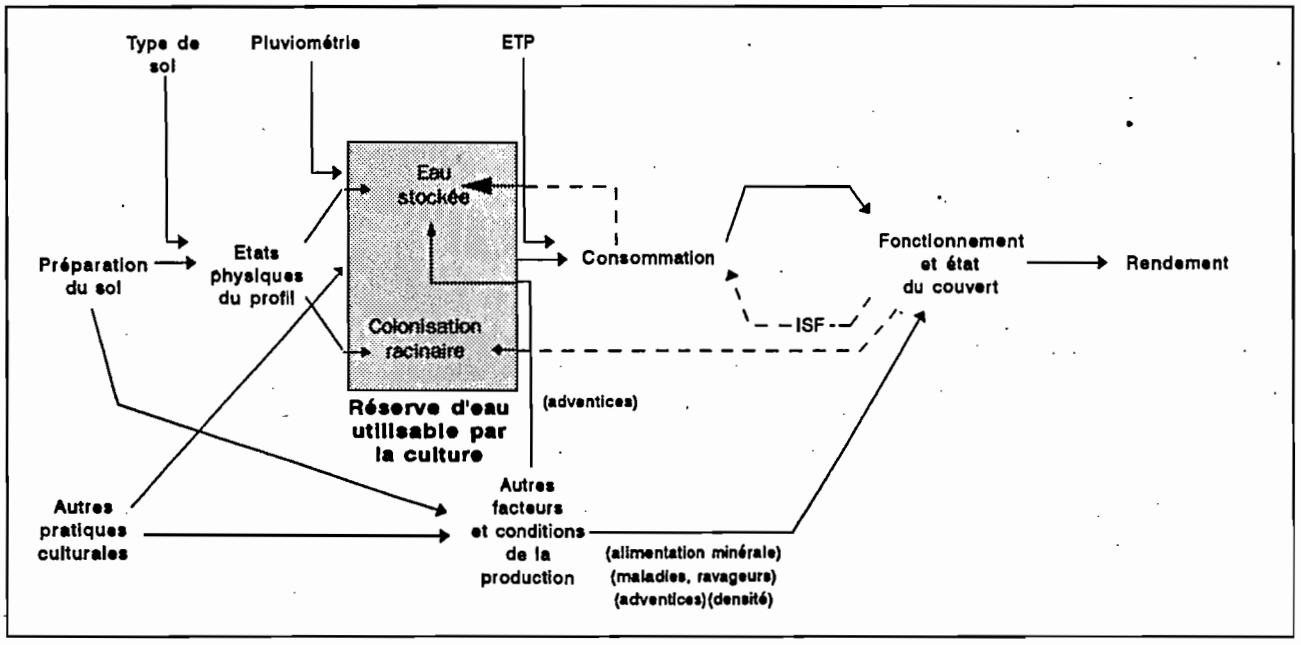


Figure 4. *Modèle théorique des modifications de l'hydrosystème par les techniques de préparation du sol. Cas des plateaux de moyenne altitude du Jalisco au Mexique.*
ISF = indice de surface foliaire ; ETP = évapotranspiration potentielle.

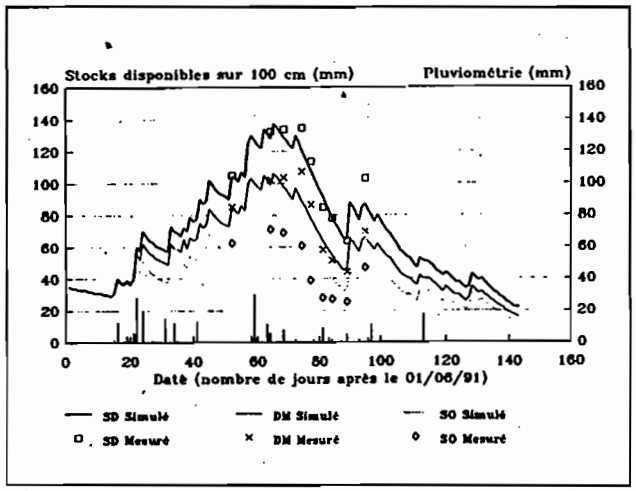


Figure 5. *Simulations de l'effet des techniques de préparation sur le stock hydrique disponible d'un sol des plateaux du Jalisco, Mexique.*
SD : semis direct avec résidus pailleux ; SO : semis direct sans protection ; DM : travail superficiel aux disques

du sol ont été établies dans chaque parcelle ; leur conduite était ensuite gérée librement par le producteur, mais de façon comparable dans les trois traitements.

Les variables obtenues par enquête ou simulation ont été étudiées par analyse factorielle des correspondances multiples. Le rendement a été introduit comme variable supplémentaire à expliquer. Les axes du plan principal structurent bien la variabilité de l'échantillon : l'axe 1 est défini par la satisfaction des besoins en eau de la culture ; l'axe 2, par certaines conditions de culture (pression de l'enherbement, dispersion du peuplement, pauvreté minérale). De la représentation des individus sur ce plan (figure 6), cinq groupes se dégagent en fonction des niveaux de rendement atteints. On en déduit les constatations suivantes :

- toutes les parcelles fortement enherbées ont présenté de mauvais rendements (groupe 5) quels que soient les niveaux d'alimentation hydrique, même si les autres conditions sont favorables (cas des individus isolés et reliés par une flèche au groupe 5 de la figure 6). Un fort enherbement semble être le facteur prépondérant dans ces conditions ;
- pour les autres parcelles peu enherbées, le principal facteur de différenciation des rendements est l'alimentation hydrique. Les groupes 1 à 4 sont en effet placés suivant le gradient de satisfaction des besoins en eau. On note que le semis direct favorise l'alimentation hydrique si la ressource pluviométrique diminue, car la proportion d'individus SD s'accroît du groupe 1 aux groupes 3 et 4 ;
- la réponse aux autres conditions de culture, et notamment d'alimentation minérale, varie selon le niveau d'alimentation hydrique. S'il est déficient, la réponse sera faible (groupes 1 et 2 très verticaux, se différenciant selon l'axe 1) ; s'il est satisfaisant, la réponse sera forte (groupes 3 et 4 se différenciant plus selon l'axe 2).

Ainsi, l'alimentation hydrique du maïs pluvial peut être améliorée par le semis direct avec résidus, mais cela ne se traduit sur la production que lorsque la maîtrise des autres conditions de culture atteint un niveau suffisant.

En conclusion, la démarche modélisation-diagnostic appliquée à la culture du maïs met en évidence que le semis direct ne peut être généralisé à l'ensemble des plateaux mexicains qu'à condition d'utiliser herbicides et fertilisants, compte tenu des aléas pluviométriques.

Cas du bassin arachidier du Sénégal

Comparables aux recherches présentées sur le Brésil, les potentialités agroclimatiques de la culture du mil ont été évaluées dans le bassin arachidier du Sénégal en simulant la productivité d'une culture théorique de référence, pour laquelle les seuls facteurs limitants seraient le rayonnement, la pluviométrie et la réserve utile des sols (Forest, 1993).

Suivant la démarche préconisée, une enquête agronomique en parcelles agricoles est réalisée dans cinq villages

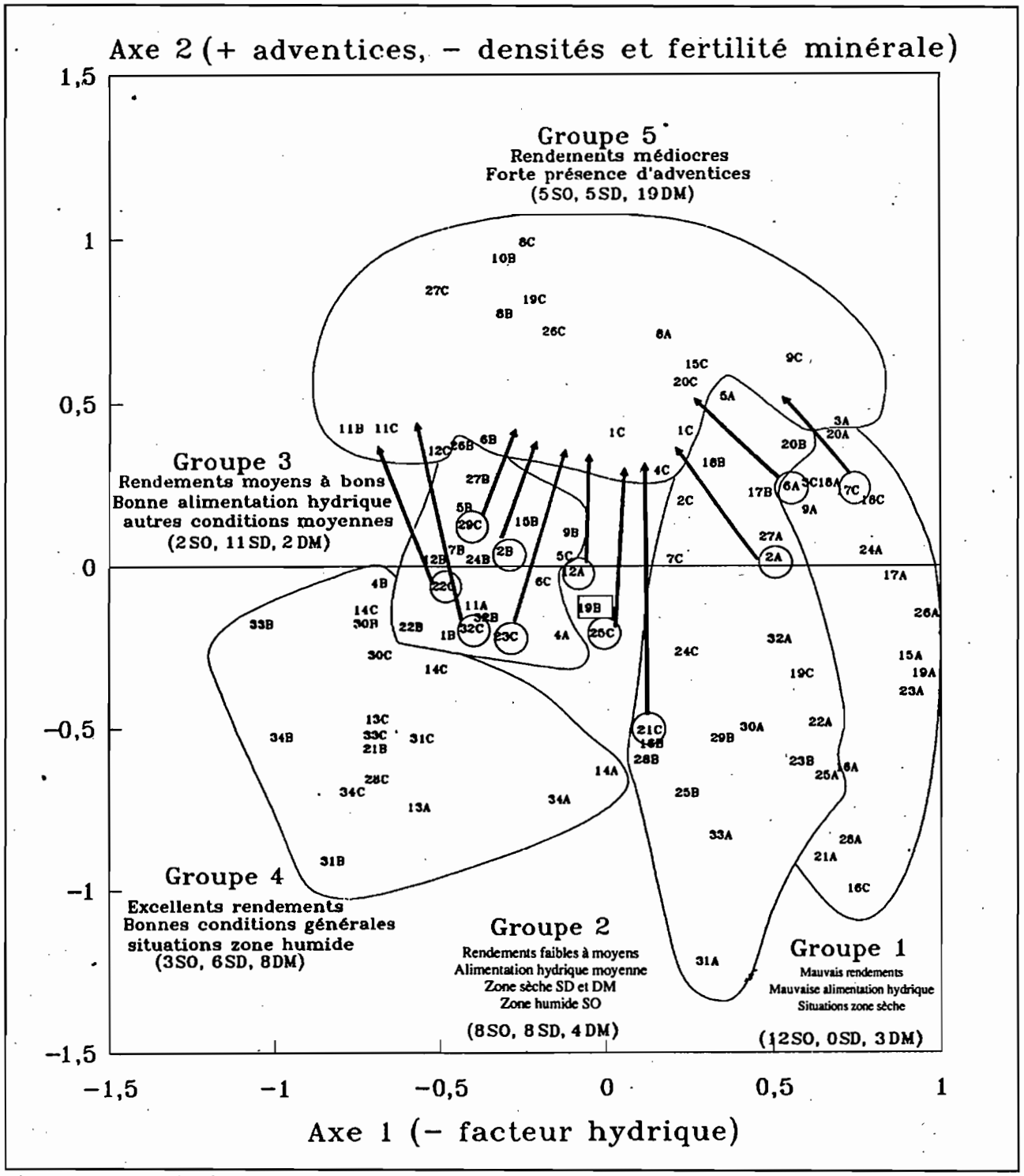


Figure 6. *Facteurs explicatifs des rendements selon les modes de préparation du sol sur les plateaux du Jalisco. Individus regroupés par niveau de rendement, sur le plan principal de l'analyse factorielle des correspondances multiples (nombre d'individus pour chaque mode de préparation du sol); a = SO : semis direct sans protection; b = SD : semis direct avec résidus pailleux; c = DM : travail superficiel aux disques.*

pendant trois ans. Pour la grande majorité des situations étudiées, le rendement réel est très inférieur à ce potentiel agroclimatique (figure 7). L'écart est d'autant plus grand que le potentiel est élevé : plus la ressource hydrique est abondante, moins elle est valorisée. Une analyse plus poussée (Affholder, 1994) montre que les causes de l'écart sont les dégâts causés par les déprédateurs, les variables descriptives de la fertilité et de la qualité du contrôle de l'enherbement, enfin, l'état de surface, facteur de ruissellement.

Actuellement, les travaux portent sur l'introduction de ces facteurs dans le modèle. Dans le cas de la fertilité, l'interaction avec l'alimentation hydrique a des conséquences importantes. Un développement végétatif entraîne une transpiration élevée et favorise, en années sèches, un épuisement précoce des réserves en eau du sol pendant la for-

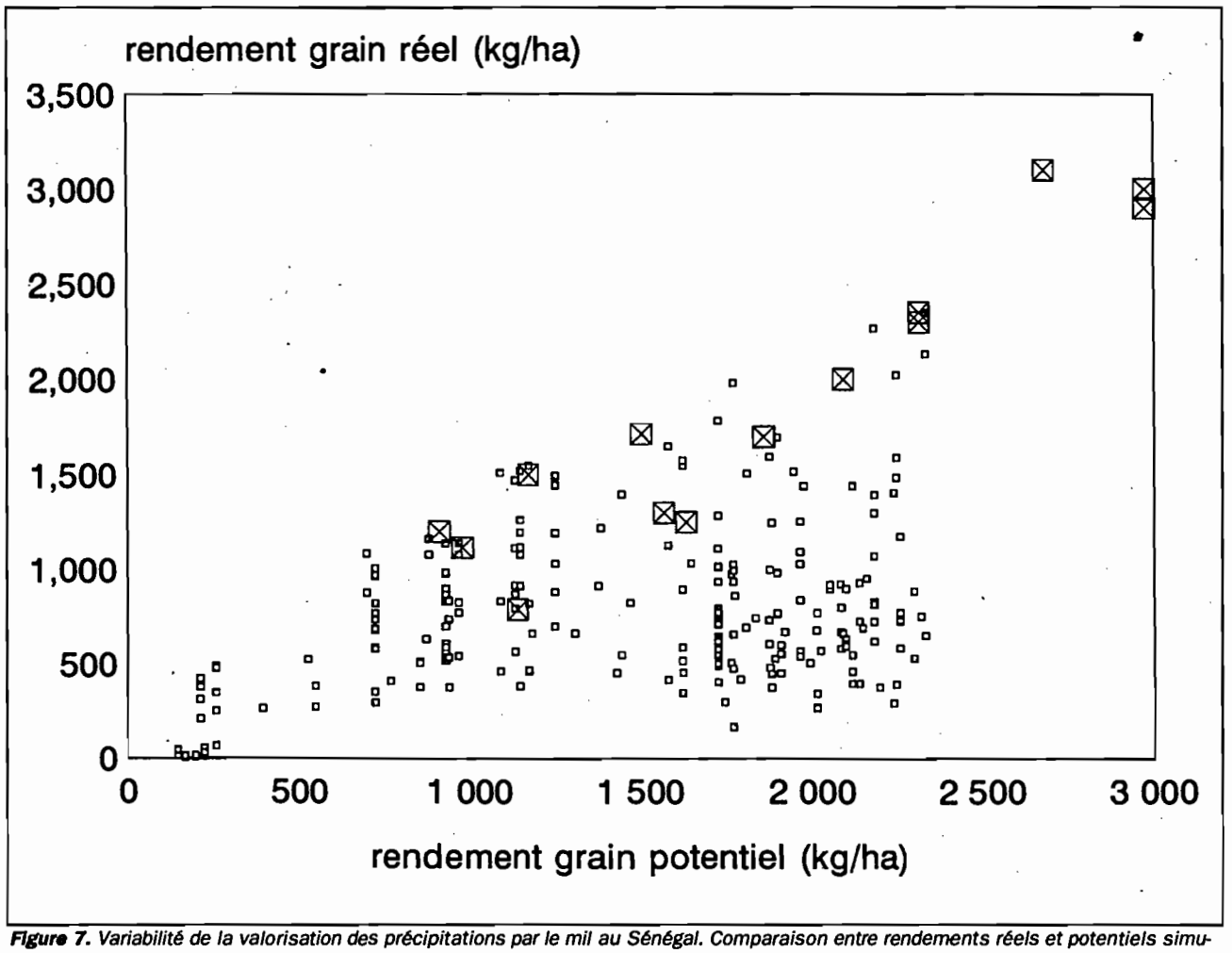


Figure 7. *Variabilité de la valorisation des précipitations par le mil au Sénégal. Comparaison entre rendements réels et potentiels simulés en fonction du rayonnement, de la pluviométrie, et de la réserve utile.*
(□)parcelles paysannes de cinq villages du bassin arachidier, de 1989 à 1991
(□) parcelles de station, conduites en vue d'obtenir le potentiel

mation et le remplissage des grains (Affholder, 1994). Une fertilité excessive accroît donc la probabilité que les besoins en eau de la culture excèdent l'offre pluviométrique. Quantifier cette interaction pour estimer cette probabilité est essentiel pour comprendre les stratégies de gestion de la fertilité des agriculteurs et éventuellement les optimiser. Pour cela, une manière simple est de représenter la fertilité du sol par la biomasse qui serait produite si l'eau n'était pas limitante, puis d'introduire l'effet d'un stress hydrique sur la production. On peut alors simuler, pour un potentiel de production donné, l'effet de la variabilité interannuelle des précipitations sur le rendement, et ce à partir de séries pluviométriques de l'ordre de vingt années.

La productivité en eau non limitante d'une parcelle paysanne de brousse, c'est-à-dire en rotation continue mil-arachide pratiquement sans restitution, est voisine de 1 500 kg/ha de grains de mil à Louga (nord du bassin arachidier) et serait proche de 1 800 kg/ha, du fait de sols sensiblement plus argileux à Nioro (200 km plus au sud). Une fertilisation en vue d'augmenter ce potentiel d'un peu plus de 60 % (pour atteindre respectivement 2 500 et 3 000 kg/ha) aboutit à un gain effectif à Nioro, quelle que soit l'année, mais seulement une année sur deux à Louga (figure 8). Cependant, en cas de ruissellement simulé selon la méthode proposée par Albergel *et al.* (1991), le risque lié à la fertilisation à Nioro devient équivalent à celui de Louga.

Il en résulte que la lutte contre la dégradation des sols liée à la culture continue sans restitution et *a fortiori* l'intensification agricole ne peuvent être prises en charge par les agriculteurs du Sénégal qu'à condition de réduire les risques résultant de l'interaction entre fertilisation et alimentation hydrique. Au sud du pays, on peut jouer sur l'offre en eau si on parvient à limiter le ruissellement, mais au nord, on ne peut guère envisager d'autre solution qu'une politique économique visant à faire prendre à l'État une partie des risques, notamment en jouant sur les prix relatifs des intrants et des produits.

Discussion et conclusion

Pour certains systèmes de production tropicaux, les exemples précédents illustrent comment la quantification des flux hydriques permet de déterminer :
– la part des facteurs climatiques dans la variabilité de la production du système étudié ;

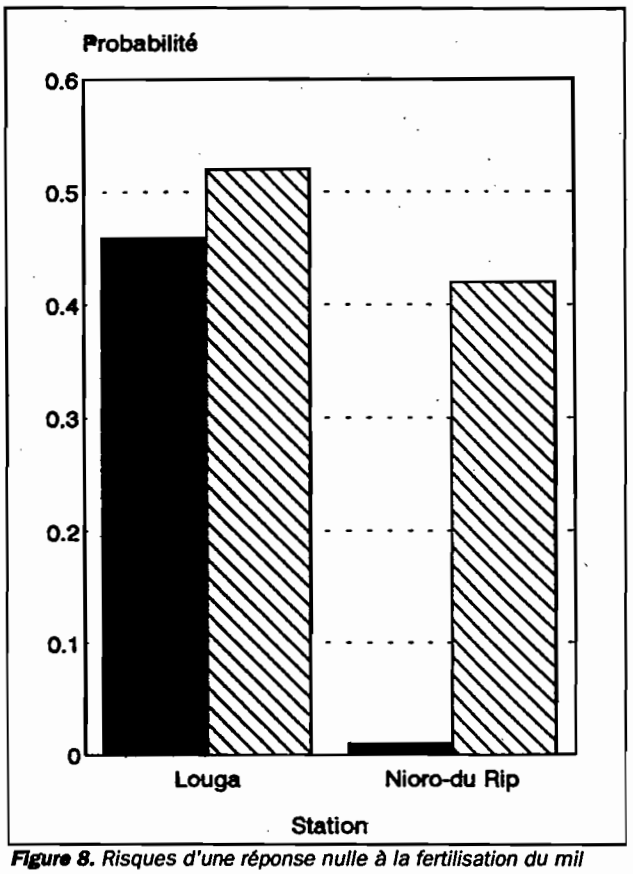


Figure 8. *Risques d'une réponse nulle à la fertilisation du mil Souna selon deux régimes pluviométriques au Sénégal. Probabilités sur la période 1972 à 1992 d'absence de gain de production avec une fertilisation augmentant de 60 % le rendement sans engrais si eau non limitante.*
(■) : sans ruissellement
(▨) : 30 % des pluies ruisselées

- les écarts existant entre les productivités réelles de ce système et le potentiel résultant des conditions pédoclimatiques du lieu ;
- les causes de ces écarts ;
- l'aptitude du système étudié à se maintenir durablement ;
- l'impact potentiel d'un changement technique sur la productivité et la durabilité du système étudié.

On notera cependant que, les auteurs ayant peu de connaissances en sciences humaines, la plupart des études réalisées ont privilégié les niveaux d'analyse physique et technique. Il est clair que, pour améliorer les diagnostics du fonctionnement des hydrosystèmes agricoles, il serait souhaitable de coupler les modèles présentés à des modèles socioéconomiques. La démarche proposée peut favoriser l'intégration pluridisciplinaire nécessaire à un tel couplage et éviter le défaut que serait une juxtaposition des méthodes et outils de chaque discipline.

Enfin, pour être vraiment utile à la gestion du milieu rural, la connaissance de l'hydrosystème agricole ne doit pas rester celle des chercheurs. De ce point de vue, sa capitalisation sous forme de modèles pourrait être considérée comme un handicap. Nous pensons au contraire que cela constitue un atout, en partie à cause du type de modèles employés. En effet, ces modèles se distinguent des modèles mécanistes par une forte proportion de relations empiriques et sont, de ce fait, peu exigeants en paramètres d'entrée. S'ils ne permettent guère d'extrapolation en dehors des régions où ils ont été calibrés et validés, une fois ces opérations relativement simples réalisées, ils s'avèrent précis et faciles d'emploi. Il est donc concevable que ces modèles servent de base à des outils :

- l'aide à la décision des agriculteurs, en leur permettant de connaître leur marge de progrès (écart entre production réelle et potentielle) et d'évaluer le bien-fondé à plus ou moins long terme de divers choix techniques (ceux qu'ils pratiquent ou de nouveaux) ;
- de négociation entre les différents groupes d'acteurs concernés par la gestion des ressources naturelles, en évaluant l'impact, sur l'hydrosystème dans son ensemble et pour chacun des groupes, d'une pratique nouvelle revendiquée par un de ces groupes. Cette démarche rejoint le concept de recherche-action tel qu'il a été appliqué par Chia *et al.* (1992).

On notera que, dans ces applications, le modèle représente la perception de la réalité qu'ont les chercheurs, qui l'ont mis au point à partir d'observations partielles. La confrontation de cette perception à celle qu'ont les agriculteurs ou d'autres acteurs concernés par le monde rural nous paraît en elle-même une méthode de diagnostic et d'extrapolation.

Remerciements

Les auteurs remercient Mme Christine Baudouin de ses suggestions de correction et M. Jean-Claude Lorente de la cartographie.

Références bibliographiques

Affholder F., 1994. Influence de la fertilisation et du contrôle de l'enherbement sur la réponse des rendements du mil pluvial à un indice hydrique synthétique. *In : Bilan hydrique agricole et sécheresse en Afrique tropicale,* F.-N. Reyniers et L. Netoyo éd., Paris, France, J. Libbey, p. 191-203.

Albergel J., Perez P., Vaksmann M., 1991. Amélioration des modèles de bilan hydrique sur parcelle par la prise en considération des états de surface. *In : Soil water balance in the Sudano-Sahelian zone*, M. V. K. Sivakumar, J.S. Wallace, C. Renard, C. Giroux éd., Wallingford, Grande-Bretagne, IAHS, p. 483-496.

Chia E., Brossier J., Benoit M., 1992. Recherche-action : qualité de l'eau et changements des pratiques agricoles. Economie rurale, 208-209 p. 30-36. *In : Agriculture et qualité des eaux,* J.P. Deffontaines, M. Benoît, J. Brossier, E. Cha, F. Gras, M. Roux éd.

Cortier B., 1994. Le diagnostic hydrique des cultures et la prévision des rendements en mil en zone sahélienne. *In : Bilan hydrique agricole et sécheresse en Afrique Tropicale,* F.-N. Reyniers et L. Netoyo éd., Paris, France, J. Libbey, p. 349-362.

Forest F., 1984. *Simulation du bilan hydrique des cultures pluviales. Présentation et utilisation du logiciel BIP.* Montpellier, France, CIRAD, 63 p.

Forest F., 1993. Zonage des risques de sécheresse en Afrique soudano-sahélienne et conséquences sur les systèmes de cultures. Rapport final projet STD3, CORAF-R3S, Montpellier, CIRAD, France 82 p.

Fréteaud J.-P., Poss R. et Saragoni H., 1987. Ajustement d'un modèle de bilan hydrique à des mesures tensio-neutroniques *in situ* sous culture de maïs. Agron. Trop. 42 (2) : 94-102.

Le Houérou H.-N., 1992. Relations entre variabilité des précipitations et celle des productions primaire et secondaire en zone aride. *In :*

L'aridité, une contrainte au développement, Le Floch, M.Grouzis, A.Cornet, J-C.Bille éd., Paris, ORSTOM, p. 197-220

Poss R., 1991. *Transferts de l'eau et des éléments minéraux dans les terres de barre du Togo. Conséquences agronomiques.* Thèse, Université Paris VI, Paris, France, 335 p.

Reyniers F.N., Steinmetz S., Forest F., 1987. Impact de l'enracinement et de la réserve en eau utile sur la productivité du riz pluvial au Brésil. *In : Intensification de l'agriculture pluviale : relations entre la plante, le sol et l'eau.* Mémoires et travaux de l'IRAT, 13, CIRAD, Montpellier, France p. 65-74.

Reyniers F.-N.,1994. Esquisse d'hydrosystème céréalier soudano-sahélien valorisant les précipitations. *In : Bilan hydrique agricole et sécheresse en Afrique Tropicale,* F.-N. Reyniers et L. Netoyo éd., Paris, J. Libbey, p. 78-89.

Scopel E., 1994. *Le semis direct avec paillis de résidus dans la région de V. Carranza au Mexique : intérêt de cette technique pour améliorer l'alimentation hydrique du maïs pluvial en zones à pluviométrie irrégulière.* Thèse, INA PG, Paris, France.

Sebillotte M., 1978. Itinéraire technique et évolution de la pensée agronomique. Acad. d' Agri. de France, 64, p. 906-914.

Seguy L., Bouzinac S., Kluthcouski J.,1989. Des modes de gestion mécanisés des sols et des cultures aux techniques de gestion en semis direct sans travail du sol appliqués aux *cerrados* du Centre-Ouest brésilien. Montpellier, France, CIRAD-CA, 156 p.

Steinmetz S., Reyniers F.N., Forest F., 1988. Caracterizaçao do regime pluviometrico e do balanco hidrico do arroz de sequeiro em distintas regioes produtoras do Brasil. Vol. 2, Catalogo basico de dados, EMBRAPA, Brasilia, Brésil, 278 p.

Gender Roles in Agroforestry Systems in the Hills of Nepal

Bajracharya, Bijaya
Winrock International, PO Box 1312, Kathmandu, Nepal

Abstract

The purpose of this paper is to highlight the gender role in agroforestry management and the impact on women of the tree planting program conducted by the Pakhribas Agricultural Centre (a multidisciplinary semigovernmental organization with the main objective of developing agricultural and rural situations in eastern Nepal). Data were gathered through formal survey, participatory rural appraisal (PRA), and rapid rural appraisal (RRA).Results indicated strong interaction among the agroforestry components, ie, crops, trees, and livestock. It was found that women worked for 12 hours 49 minutes per day, while men worked 8 hours 5 minutes. The analysis of labor-use patterns for agroforestry activities revealed significant differences in the involvement of women as compared with that of men. Preference criteria for tree species were also different by gender. Overall, women are more involved than men in agroforestry production and management activities. The tree planting program conducted by the Pakhribas Agricultural Centre has brought about some changes and has had consequences. These include changes in livestock population, livestock management, availability of bedding material and some fodder, and also the division of labor. With the household changed from a free-grazing livestock system to stall feeding, the women find they have more work, as the children who once took care of the livestock now attend school.

Key words

Agroforestry, gender, hills, involvement, impact.

Résumé

La répartition des tâches entre hommes et femmes dans les systèmes d'agroforesterie des collines du Népal

L'objectif de cet exposé est de souligner l'importance de la répartition des tâches entre hommes et femmes dans l'agroforesterie, ainsi que l'impact sur les femmes du programme de plantation forestière mis en œuvre par le Centre agricole de Pakhribas (une organisation semi-gouvernementale pluridisciplinaire qui œuvre principalement pour le développement agricole et rural de l'est du Népal). Des données ont été collectées par l'intermédiaire d'une enquête formelle, d'un diagnostic rural participatif et d'un diagnostic rural rapide. Les résultats ont mis en évidence une forte interaction entre les composants de l'agroforesterie, à savoir les cultures, les arbres et le bétail. De plus, ils indiquent que les femmes travaillent 12 heures 49 minutes par jour, contre 8 heures 5 minutes pour les hommes. L'analyse des modes de travail dans l'agroforesterie a également montré une différence significative entre la participation des femmes et celle des hommes. Le critère de choix des espèces d'arbres variait aussi en fonction du sexe. Par rapport aux hommes, les femmes participent plus aux activités de gestion et de production dans le secteur agroforestier. Le programme de plantation forestière mis en oeuvre par le Centre agricole de Pakhribas a apporté certains changements avec, entre autres, des répercussions sur le cheptel, la gestion du bétail, le type de litières et de fourrage, ainsi que sur la division du travail. En passant d'un élevage en pâturage libre à un élevage en étable, les femmes ont vu leur travail augmenter à cause de la scolarisation des enfants qui, précédemment, s'occupaient du bétail.

Introduction

In Nepal, the majority of rural households depend for their livelihood upon a subsistence economy of agriculture, animal husbandry, and forestry. Farming is labor intensive, and women play major roles in various farm activities. Women constitute more than 50% of the total population (National Planning Commission 1992) and about 91% are engaged in agroforestry tasks (Department of Central

Statistics, National Planning Commission, His Majesty's Government Nepal 1993), contributing to 50–80% of total labor depending on geographical and socioeconomic variations (Vaidya et al 1990). The Nepalese farming system involves complete integration of crop, animal, and tree production, where all three components are equally important. This integration has made the system more sustainable and has improved the status of rural households. The household is the center for utilization of crop, livestock, and tree products, and provides all the labor required for maintenance of these primary components. Furthermore, this complete integration manifests the nature and degree of regenerative processes (involving diversification, recycling, etc) that are central to the sustainability of agroforestry systems in the hills (Jodha 1990).

The Nepalese hills are geologically unstable, and every year landslides caused by deforestation destroy the fragile hill slopes (Wallace 1987). The increasing needs for more agricultural land in order to feed humans and livestock and more fuelwood, and increased felling of trees for short-term gain have all contributed to a rapid rate of deforestation. Kumar and Hotchkiss (1988) revealed that women, in particular, have a high and increasing workload as deforestation expands, and this burden reduces labor in agriculture. Limited availability of labor and low substitutability between women's and men's labor can lead to a much larger overall decline in labor input in agriculture. This is one of the major factors in the decreasing productivity of hill agriculture. This evidence indicates that deforestation is directly and indirectly linked with levels of household food consumption and nutrition. As rural life is getting more difficult, men are migrating to cities in search of off-farm employment. This results, not only in the women becoming increasingly burdened with farm work, but also in the urban area becoming more crowded, polluted, and environmentally unsound.

Though agroforestry (the incorporation of tree cultivation in household farming) is often promoted as a means of slowing deforestation and as a source of off-farm income, seldom are specific agroforestry recommendations linked explicitly with existing agricultural activities in crop and livestock production in Nepal. Both male and female farmers are responsible for maintaining and altering the components of agroforestry systems. But their distinct roles in different agroforestry activities have not yet been assessed. Most planners still think of farmers as men, and they simply fail to consider the impact of agroforestry projects on women or the role of women in implementing them (Fortmann 1983).

This paper identifies the components of Nepalese hill-tribe farming systems, gender roles in agroforestry activities, the impact of the private tree planting program of the Pakhribas Agricultural Centre (PAC—a multidisciplinary semigovernmental organization that is working to increase the agricultural productivity and income of hill farmers in the eastern development region of Nepal), the critical gaps in existing knowledge (particularly on research, extension, training, and database), and the provision of recommendations regarding gender aspects in agroforestry.

Methodology

The study was carried out in the eastern hills of Nepal. A wealth-ranking method was applied to categorize households into six different socioeconomic groups, ie, combination of two ethnic groups (Bragmin/Chhetri and Magar/Gurung) and three economic groups (rich, medium, and poor). An informal survey based on key-informant and semistructured interviews, and various participatory rural appraisal (PRA) techniques, ie, matrix scoring, resource mapping, participant observation, and activity profiles, were carried out. Then a formal survey based on a structured questionnaire and employing two-way stratified random sampling was conducted in 103 households; both male and female farmers were interviewed.

Descriptive statistics and appropriate statistical tests of significance (t test and Chi square test) were used to analyze data.

Results and Discussion

Agroforestry Systems

The present land-use situations, with a scarcity of arable and productive land, contributes to the low capacity of the agricultural system for providing subsistence for farmers. Land-use types in the village of Salle include nonirrigated land, irrigated paddy land, grassland, and private forestlands. Access to grassland and forestland is limited; 21% of households own grassland, and only 13%, private forestland.

The agroforestry system most commonly encountered in the eastern hills is a combination of annual crops and multipurpose trees or a crop/tree/livestock mix typically found around a homestead. Crops, trees, and livestock are thus three components (subsystems) of hill agroforestry systems. Changes in one component of the system affects the others. Livestock subsystems are regarded as second in priority to crop production. Animals are always underfed and they are confined to a stall-feeding system. Decreasing numbers of fodder trees in the forest and marginal areas increasingly shifts the pressure towards private land. At the same time, the quality and numbers of private fodder trees are increasing due to heavy lopping. Therefore, the planting of multipurpose tree species in and around the farmland is realized to be crucial for sustaining the hill-farming system.

Fodder and firewood production are the main objectives of the agroforestry system. However, these may only be achievable by rich farmers over the long term, as medium and poor farmers have comparatively low access to farm and forestland, in addition to having problems of food insufficiency. Almost all of the farmers, regardless of socioeconomic status, have grown trees on the farmland. The average numbers of trees available to the household on grassland and private forestland are 1232 and 244, respectively. *Alnus nepalensis*, *Prunus cerasoides*, *Saurauia napaulensis*, *Ficus roxburghii*, and *Ficus nerifolia* are common trees. The linkage between farm, trees, and livestock is very strong. Farmers are very interested in tree planting on their grassland (land located

Table 1. Preferences—established by matrix scoring[a]—of male farmers for tree species[b], Salle, Nepal.

Fodder criterion	Ne	Kh	Go	Du	Pa	Gh	Ba	B
Effect on milk production (farmers' experience)	8	7	2	6	1	3	4	5
Tolerant to pests/diseases	1	2	7	6	5	4	3	8
Nutritious	7	6	4	3	1	5	2	8
Prevent shading effect on crop	3	7	4	6	5	1	2	8
Long duration	7	5	4	6	1	3	1	8
Tolerant to snow/hailstones	1	2	5	7	8	6	3	4
Available during dry season	4	3	8	2	6	1	7	5
Fast growing	7	8	5	1	4	2	3	6
High palatability	6	5	7	1	2	3	8	
Total score	44	45	43	44	32	27	28	60

Source: *Participatory rural appraisal (1992).*

a. Score is based on increasing order from 1 to 8 (ie, 1 = least preferred, 8 = most preferred).
b. Kh, Ficus semicordata *(Khanyu); Pa,* Prunus cerasoides *(Painyu); Du,* Ficus nerifolia *(Dudhilo); Ne,* Ficus roxburghii *(Nevaro); Go,* Saurauia napaulensis *(Gogan); Gh,* Leucosceptrum canum *(Ghurmiso); Ba,* Salix *sp. (Bains); B,* Bambusa *sp. (Bans).*

Table 2. Preferences—established by matrix scoring[a]—of female farmers for tree species[b], Salle, Nepal.

Fodder criterion	Kh	Pa	Du	Ne	Kb	Go	Gh
Household use of leaves				7	5	6	
High productivity	6	1	4	7	3	5	2
High palatability	6	1	5	7	4	3	2
Available during dry season	5			6	3	4	7
Nutritious	6	1	4	7	3	5	2
Trees tolerant to pests/diseases	5	4	4	7	3	1	2
Total score	28	7	17	41	21	24	15

Source: *Participatory rural appraisal (1992).*

a. Score is based on increasing order from 1 to 7 (ie, 1 = least preferred, 7 = most preferred).
b. Kh, Ficus semicordata *(Khanyu); Pa,* Prunus cerasoides *(Painyu); Du,* Ficus nerifolia *(Dudhilo); Ne,* Ficus roxburghii *(Nevaro); Kb,* Kathe Ber*; Go,* Saurauia napaulensis *(Gogan); Gh,* Leucosceptrum canum *(Ghurmiso); B,* Bambusa *sp. (Bans).*

above the village, which was preciously guarded for rough grazing). Although this is available to only 68 households, it is hoped that such plantations could in the future serve as a potential source of fuelwood, fodder, and timber for the entire community. It was found that in spite of some negative effects on crops due to tree—crop interaction, trees were considered beneficial to the farmers in many ways.

Analysis of the results from several PRA procedures showed a differential preference for trees between males and females (Tables 1 and 2). This in combination with the formal survey indicated that *Alnus nepalensis*, *Prunus cerasoides*, *Saurauia napaulensis*, *Ficus roxburghii*, and *Ficus nerifolia* are the preferred tree species. Ranking of preference criteria by gender for fuelwood and timber trees was also found to be different. Rankwise, the men preferred fast-growing, strong timber for house construction, agricultural tools, and furniture, whereas the women preferred easy-to-burn timber that generates less smoke, less timber—just enough for cooking and to provide tasty food—and season-through availability.

Gender Roles

Both men and women are involved in the production and management of the agroforestry system. In general, cultivation practices (especially ploughing and land preparation) are performed by men. The dominant role of women is clear in sowing, weeding, harvesting, and postharvest management. Participation in overall agricultural activities is also found to be evident for women in all groups. The involvement of medium and poor Magar/Gurung women is comparatively high in all crop production activities. Feeding and management of livestock products are male-dominated roles, regardless of socioeconomic group. Tree management activities such as logging, and buying and selling of timber are usually performed by men, and the collection of fodder, bedding material, and fuelwood are routinely carried out by women in all socioeconomic groups.

The pattern of labor use for different cropping activities varies by gender, ethnicity, and economic status according to nature of work, type of crop, etc (Table 3). It was found that in feeding, shed cleaning, and compost making processes, Magar/Gurung women of medium and poor socioeconomic group and Brahmin/Chhetri women of poor socioeconomic group allocate significantly greater time than men ($p < 0.05$). With the exception of nursery management, female farmers have the greater role in tree management.

Time-allocation data (obtained using PRA techniques such as activity profiles and daily routines, and participant observation) by gender reveal a heavy work burden for women in terms of average hours per day, ie, 12 hours 49 minutes, which is 37% than that of men (8 hours 5 minutes).

Although men are accepted culturally as the household decisionmakers, the decisions that they make are usually suggested by other members of the household, in particular by their wives. In activities concerning the amount of compost to be applied, the time of weeding, and the amount

Table 3. Effect of different variables on the pattern of labor use (days/year), Salle, Nepal.

Agroforestry activity	Gender	Economic status	Ethnic group
Crop production:			
potato	NS[a]	NS	S[a]
maize	NS	S	S
millet	S	S	S
wheat	NS	NS	NS
soybean	S	S	S
Livestock production	S	NS	NS
Tree management:			
farmland	S	S	S
forest	S	S	S

NS, Not significant; S, significant.

of grain for year-through consumption, women have the comparatively greater role. The extent of overall decision making regarding crop production activities is found to be affected by ethnicity. Magar/Gurung women have a greater role than Brahmin/Chhetri women. Women's involvement is significant in certain decisions relating to livestock, eg, on the choice of area and of person for fodder collection, and feeding management in the season when fodder is unavailable.

Impact of the Tree Plantation Program

In the study site (village of Salle), PAC's program for private tree plantations was begun in 1987. The program is responsible for planting trees on grassland and wasteland, and for encouraging farmers to plant trees on their farmland, wasteland, stream banks, etc. Most of the farmers reported that the tree species planted on grassland were for fuelwood and timber. Their choices were largely restricted to the tree species available in the nursery at planting time. Moreover, most of the grassland owners hoped that in the future there would be an increase in availability of fuelwood from grassland. The Salle experience has shown that the primary motivation for farmers, big or small (depending on economic status and land holding), is the attainment of self-sufficiency in their basic needs for fuel, fodder, and timber. The plantation scheme has demonstrated that the private plantation program involves more than a simple distribution of saplings, and that a private tree planting program can be successfully designed and implemented in cooperation with the farming community. However, changes are evident at household and village levels.

The major impact of the planting scheme at village level, is the change in practice from livestock grazing to stall feeding. This has brought advantages in terms of manure, disease control, and crop protection, and some disadvantages—increased requirements in fodder, bedding material, and labor. There has been an overall decrease in number of livestock. This was higher in the Brahmin/Chetri group due to the unavailability of grassland. The effect is more spectacular in small ruminants such as sheep and goat, for which grazing land is very important. The decreased stock holdings have had a crystal-clear impact on the livelihood of poor farmers, as livestock is kept for cash generation. However, farmers have adjusted to the new situation and altered their resource-use pattern.

It was found that the plantation program most affected owners of grassland. The benefits include increasing availability of grasses, fuelwood, and bedding material. Increase in the number of trees on farmland could be counted as a very positive side-effect of the plantation program. A minority of farmers reported some negative impacts of the program because of its association with the decreasing numbers of livestock. It is worth mentioning that, as most tree species on the grassland are still growing, the fuel and fodder requirement of the area is not yet satisfied. However, the majority of farmers are hopeful that supplies will be plenty in the near future. It was observed that the change to stall feeding of the livestock caused an increase in the number of children attending school (full involvement in school education). This, in turn, caused adults to bear the major burden of the agricultural workload. Increased responsibility in livestock causes either reallocation of household labor or increase in the work burdens of the household members. About one third of grassland owners and half of nongrassland owners reported that in the present stocking system, women must spend more time collecting fodder and bedding material. The labor requirements for fodder provision are seasonal. During the monsoon, compared with the winter season, tree fodder and grasses are more available and women spend more time on collection and on cutting grasses, which are time-consuming activities.

The problem of workload is more severe in the Brahmin/Chhetri group than in the other groups due to transfer of labor from children to women. Rich and poor women expressed the same feeling, as their male counterparts mostly work outside the village. Also, an increase in the time required for livestock activities was mentioned by rich farmers. This might be due to increased livestock holdings in contrast to nongrassland owners who must spend more time collecting fodder and bedding material. The time spent for fuelwood collection was greatest for the nongrassland owners, especially in the Brahmin/Chhetri group. This could be due to the reduction in tree numbers on their farmland. All these factors—changing household activities and changing environment—resulted in a significant change in women's workload.

Policy Implications and Further Research

The development of a cropping system based on upland maize/potato would improve the economic and environmental sustainability of the village. Such a system would bring further interactive changes in the relationship between crop, livestock, and tree components, which should be addressed simultaneously to lessen the complexity of the system.

Research is needed to identify the best fodder tree species for combination with maize, potato, millet, soybean, and wheat. For example, since a shading effect is often the main disadvantage in mixing trees and crops, trees having less shade effect on the above-mentioned crops should be investigated.

The results of gender analysis may be helpful in formulating policies that strengthen women's participation in improved crop production activities. The management of fodder and fuelwood trees may be more efficient if women are provided with the necessary technical support and training, and are included in village meetings. To make the training efficient, and to increase participation, the timing and allocation of any training should be decided in conjunction with the results of the analysis of time allocation for women. For example, the training should be held in winter when women have a lighter workload than in the monsoon.

The unavailability of seasonal fodder on owned land often forces the women of poor farmers' families to go to the distant forest for fodder collection. This eventually forces a reduction in livestock population resulting in a loss of livestock-generated income. Such findings are useful and should be considered before conducting any livestock improvement program in the village.

Women's concerns should also be integrated and analyzed before launching any specialized research or programs for agroforestry and livestock in Salle.

Farmers believed that the tree component could neither be underestimated nor ignored. They are the adopters and managers as well as users. Therefore, any tree plantation program should allow ample farmer participation at every step of development. In any successful program, species selection, site management, and further training related to the forestry activities reflect the needs and aspirations of the people.

References

Department of Central Statistics, National Planning Commission, His Majesty's Government Nepal. 1993. Four monthly statistical bulletin. Kathmandu, Nepal: His Majesty's Government Nepal.

Fortmann LP. 1983. A role for women in agroforestry projects. Training for agriculture and rural development. Food and Agriculture Organization (FAO) Economic and Social Development Series No. 31. Rome, Italy: FAO.

Jodha NS. 1990. Sustainable agriculture in fragile resource zones: technological imperatives. MFS Discussion Paper No. 3. Kathmandu, Nepal: ICIMOD.

Kumar SK, Hotchkiss D. 1988. Consequences of deforestation for women's time allocation. Agricultural production and nutrition in hill areas of Nepal. Research Report 69. Rome, Italy: International Food Policy Research Institute.

National Planning Commission. 1992. Eight plan. Kathmandu, Nepal: His Majesty's Government Nepal.

Vaidya et al. 1990. Integrating women's concerns in farming systems research: case study in Naldung, Nepal. Presented at the international workshop on gender analysis in farming systems research, Does it Make a Difference? 4–8 June 1990, Puncak, Bogor, Indonesia.

Wallace M. 1987. Community forestry in Nepal: too little, too late? Research Report Series No. 5. Kathmandu, Nepal: Winrock International.

Effects of the Introduction of Home Gardening on the Production and Consumption of Target, Interaction, and Control Groups: A Case Study from Bangladesh

Marsh, Robin Ruth[1]; Talukder, Aminuzzaman[2]

[1]Asian Vegetable Research and Development Center (AVRDC)/Instituto Interamericano de Cooperacion para la Agricultura (IICA), PO Box 55-2200, Coronado, Costa Rica

[2]Helen Keller International, Dhaka, Bangladesh

Abstract

There is a growing consensus that home gardening combined with nutrition education can be a viable strategy for improving household food security for at-risk populations, particularly women and young children. Nevertheless, the incidence of failed home garden projects is high, largely because the objectives and techniques introduced from outside are not well tailored to local needs and circumstances. From 1990 to 1993, Helen Keller International (HKI) carried out a successful pilot home garden project in northwestern Bangladesh with 1000 landless, or near landless, target families. The enterprise is currently administering a large-scale home gardening project throughout rural Bangladesh, with expected coverage of nearly 1 000 000 households. This paper analyzes field data collected for a mid-term evaluation of project impacts. Findings show that in 2 years, target families significantly increased their year-round production and consumption of vitamin-rich fruits and vegetables, as compared with the control group. Furthermore, over half of the families earned supplementary income from garden sales, which allowed them to buy basic staples and to improve the overall food security of the household. A combined strategy of focusing on women as gardeners and group leaders, incorporating nutrition education at all levels of training, promoting low-input, low-cost gardening techniques, and continuous interactive monitoring allowed the project to overcome difficult cultural and economic barriers. This project can serve as a model for other organizations pursuing home gardening as a means to improve household food security.

Key words

Home gardens, vitamin A, food security, Bangladesh.

Résumé

L'apport des jardins familiaux en termes de sécurité alimentaire : le cas du Bangladesh

Pratiquement tout le monde s'accorde aujourd'hui pour reconnaître que la combinaison jardin familiaux-éducation nutritionnelle constitue une stratégie permettant d'améliorer la sécurité alimentaire des populations à risques, femmes et enfants notamment. Mais, si certains projets de développement de ce type de culture connaissent de lourds échecs, c'est essentiellement parce que leurs objectifs et les techniques importées sont mal adaptés aux besoins et aux conditions locales. En 1990-1993, Helen Keller International (HKI) a réalisé avec succès un projet pilote de développement de jardins familiaux intéressant 1 000 familles sans terre, ou presque, dans le nord-ouest du Bangladesh. Cette organisation gère actuellement un projet du même type, mais à très grande échelle, destiné à près d'un million de familles rurales, sur l'ensemble du Bangladesh. Le bilan établi à mi-parcours permet d'observer qu'en deux ans, les familles cibles ont, par rapport à des groupes témoins, considérablement augmenté leur production et leur consommation de fruits et de légumes riches en vitamines. Par ailleurs, grâce à la vente des produits de leurs jardins, plus de la moitié de ces familles obtiennent un complément de revenus leur permettant d'acheter des aliments de base, et d'améliorer globalement la sécurité alimentaire au niveau familial. Une stratégie combinant la participation des femmes à la conduite des jardins familiaux et à l'animation des groupes, l'éducation nutritionnelle à tous les niveaux de formation, la promotion de techniques de production peu coûteuses et à faibles niveaux d'intrants, et la pratique d'un suivi interactif continu, a permis à ce projet de franchir d'importantes barrières culturelles et économiques. Il pourrait servir de modèle à d'autres organisations pour lesquelles le développement des jardins familiaux est un facteur d'amélioration de la sécurité alimentaire au niveau familial.

Introduction

Seasonal hunger and malnutrition are problems that typically affect the landless or near landless rural poor and urban slum dwellers with low and irregular purchasing power. In many tropical countries, there is a tradition of homestead production to supplement and complement purchased foods and field crops. Proximity to markets also allows the possibility for supplementing household income with sales of garden products. The site-specific characteristics of 'home gardens' are determined by widely varying climatic and socioeconomic conditions, cultural traditions, and levels of indigenous knowledge. There are many definitions of 'home garden' in the literature. One that is particularly apt for tropical countries is given by Hoogerbrugge and Fresco (1993): "a home garden is a small scale, supplementary food production system by and for household members that mimics the natural, multi-layered ecosystem."

Development organizations concerned with improving nutritional well-being and reducing the incidence of vitamin A deficiency [United Nations Children' Fund (UNICEF), United Nations Development Programme (UNDP), Helen Keller International (HKI), CARE, Save the Children, etc], have had varied success in promoting home gardening. There is a growing consensus that enabling vulnerable families to produce vitamin-rich fruits and vegetables year round is a more sustainable strategy than traditional capsule distribution and fortification programs, especially in remote areas (Soleri, Cleveland, Frankenberger 1991). Nevertheless, 'introduced' home gardens are often not sustained because the objectives and techniques introduced from outside are not well tailored to local needs and circumstances.

In Bangladesh, Helen Keller International (HKI) is currently involved in a pioneering effort to work with well established nongovernment organizations (NGOs) to promote home gardening in the nutritionally at-risk areas of rural Bangladesh, with expected coverage of nearly 1 000 000 households. This project evolved from two successful HKI home garden pilot projects, which were continuously monitored for community acceptance, and subjected to rigorous evaluation for socioeconomic and nutritional impacts.

Project Justification and Coverage

Both chronic and acute undernutrition are widespread in rural Bangladesh, and vitamin and micronutrient deficiencies are prevalent. Women and children disproportionately suffer the effects and morbidity associated with malnutrition (World Bank 1992). Among the children, girls suffer higher levels of undernutrition than boys, and the gender disparity increases at higher socioeconomic levels and when the father is educated to a higher level (HKI, Institute of Public Health Nutrition 1993). However, the mother's education level is positively correlated with improved nutrition of girls. These data suggest the importance of incorporating gender awareness, education, and attention to intrahousehold food distribution in nutrition intervention projects in Bangladesh.

The second and largest pilot project (1990–1993) of HKI in Panchagaor district, northwestern Bangladesh, was designed to test whether promotion of low-cost vegetable gardens combined with nutrition education, might be a viable strategy for improving the nutritional levels of at-risk populations, particularly women and young children. The target group consisted of village households meeting the following criteria: (a) less than 0.32 ha of land, including the homestead area; (b) not involved in any other NGO promotion activities; (c) with at least one child under 6 years old; and (d) women would represent the household for home gardening training and management. One thousand families were selected from 81 villages. To facilitate impact analysis, an additional 200 families were selected from other villages as a control group. In addition, 100 households from the same villages as the target group, but who would not receive direct assistance from HKI, were included in the study as an interaction group to ascertain any 'demonstration effects'. Criteria for selection of control and interaction households were the same as for the target group.

At the baseline, the three groups of households were similar with respect to basic characteristics such as family size, education levels, agricultural and homestead land area, and principal occupation, as shown in Table 1. Statistically significant differences between the target and control groups are indicated. Of the target households, 48% had no agricultural land; for those that did possess land, the mean area was just 996 m^2 or 0.1 ha. Homestead land was available to every household for gardening. The majority of families earn their livelihood as share croppers or day laborers in neighboring rice fields.

Project Methodology

From its first pilot project, HKI had learned that community involvement is crucial for sustainability of home gardening activities. To involve the community, the project developed a two-way information flow to disseminate knowledge among extension workers, group leaders, and women gardeners and their families. In each village, working groups of 10 to 20 women were formed, each family having one representative. From among themselves, these women chose a leader to organize technical assistance and seed distribution for the project, but above all, to motivate mothers for home gardening. Helen Keller International provided group leaders with 1 day of training every 6 months for 2 years. In training, leaders discussed the kinds of problems that might arise from their respective communities in carrying out the goals of the project—technical, economic, interpersonal—and learned techniques for their possible resolution.

One field officer with an advanced degree, and six extension workers with secondary-level education in agricultural science, three men and three women, were hired to work full-time in the field. Being from the region, they spoke the local dialect and were familiar with local culture and customs. The extension staff were trained by

HKI experts from Dhaka in intensive 3–4 day sessions several times a year. Training included lectures and demonstrations in home gardening, family health, the special nutritional needs of women and children, communication skills, and project monitoring. Emphasis was given to the cultivation of vitamin-rich vegetables using low-cost, low-risk techniques. Extension workers also learned the processing and cooking methods that optimize the nutritional value of foods.

In addition to regular visits to individual home gardens and village group meetings, the extension workers, with the assistance of the field officer, were responsible for conducting annual training of all women gardeners in 2-day training sessions at the project site office. These sessions, limited to 25 women at a time, emphasized the practical aspects of home gardening and the processing and cooking of vegetables.

Helen Keller International provided target women with a wide variety of seasonal vegetable seeds, not available locally, and some saplings for fruit and multipurpose trees. Imported and indigenous seeds and saplings were previously tested on HKI's demonstration garden plot in Panchagoar, as were recommended fertilization and pest-control techniques. However, the project did not include an on-farm research component, *per se*. The principal agronomist received intensive training in biointensive gardening from the International Institute of Rural Reconstruction in the Philippines and studied vegetable production at Wageningen University in The Netherlands. Techniques learned during training and demonstration garden experiences were extended to gardeners for validation, and were adapted as needed.

'Nursery' women among the group leaders were selected to grow the seeds into seedlings for project-wide distribution at subsidized rates of about 30%. The group leaders facilitated seedling distribution and collection of money, as well as sharing of indigenous vegetable seeds, cuttings, and vines.

Seed distribution and the general progress of the gardens were simply, but efficiently, monitored. Using a two-page form to guide a variety of agronomic questions and observations, extension workers and the female gardeners carried out monitoring rounds every 2 or 3 months. This 'continuous community-based monitoring' ensured early detection of problems and community participation in providing feedback for improving and fine tuning the project (Talukder 1993). After a monitoring round, the extension workers arranged group meetings to discuss solutions to the common problems identified. Monitoring also served to reinforce techniques and concepts learned in training.

A rigorous mid-term project evaluation was conducted in December 1992, 2 years after the baseline survey. The evaluation was conducted by a multidisciplinary team of professionals, recruited from outside HKI, including a medical doctor, an expert anthropometrist, an agronomist, and a social scientist. The extension workers also assisted.

Table 1. Socioeconomic characteristics of target, control, and interaction groups involved in the HKI pilot project, Bangladesh.(1990–1993).

Variables	Target (n = 980)		Control (n = 194)		Interaction (n = 95)	
	Mean	SD[a]	Mean	SD	Mean	SD
Family size	5.6	2.0	6.5	7.0	5.8	2.4
Children under 8 years	1.7	0.9	2.3[b]	1.1	1.9	0.7
Education[c]						
male	3.3/41	3.5	2.4[d]/56	3.4	3.4/41	3.6
female	1.3/68	2.3	0.9[e]/76	1.9	1.4/65	2.3
Agricultural land (m^2)						
mean	996	1168	1110	2434	1572	1883
median	400		0		1600	
No agricultural land (%)	48		55		38	
Homestead land (m^2)						
mean	412	328	376	418	320	445
median	320		200		200	
House floor space (m^2)	197	70.1	181[f]	77.3	184	81.9
Religion[g] (%)						
Muslim	54		67		68	
Hindu	45		33		32	
Principal occupation[h] (%)						
farmer	16		14		31	
share cropper	32		21		17	
day laborer	37		47		38	
other[i]	15		18		14	

a. SD, Standard deviation.

b. Comparing target and control groups with two sample t test, allowing for unequal variances, significance level = 0.0001.

c. Highest year completed/% with zero schooling.

d. As (b), significance level = 0.023.

e. As (b), significance level = 0.014.

f. As (b), significance level = 0.006. Nonreported t tests were not statistically significant ($p > 0.05$).

g. Pearson chi-square test for independence between religion and group, significance level = 0.002—hence we reject the hypothesis of independence. It is more likely that a member of the target group will be Hindu as compared with the control and target groups.

h. Pearson chi-square test for independence between occupation and group, significance level = 0.02—we may question the hypothesis of independence.

i. Small business, services, rickshaw/van/cart puller, carpenter, fisherman, others

All households in the target, control, and interaction groups were evaluated (except for 31 families that had emigrated), through detailed questionnaires, observations, and measurements. Team members received intensive training from HKI, including pre-testing of questionnaires. Data collected in the field were checked daily and follow-up visits were made when necessary. These procedures, designed by the expert data processing team in Dhaka, were necessary to ensure a reasonably reliable data set.

Project Results

Analysis of the mid-term evaluation data was conducted jointly by myself (socioeconomic aspects), as leader of the Home Garden Program at the Asian Vegetable Research and Development Center (AVRDC), and the HKI research team (medical aspects). The data analysis was conducted from February through August 1993. A preliminary summary of findings is provided by HKI and the AVRDC (1993). The results presented in this section focus on socioeconomic aspects.

Production

Figure 1 shows the changes, on average, in number of garden varieties, garden production, and garden size from the baseline (BL) survey to the mid-term (MT) evaluation for the target group of 1000 families. At the time of the baseline, 50% of households reported having a home garden of mean size 61 m^2 and an average of 3.1 varieties of vegetables in the ground. Two years later, 100% of households had gardens of mean size 138 m^2, and the average number of varieties had increased nearly five-fold to 17. Monitoring round data show that total production of vegetables increased even more sharply than garden size, indicating improving yields over time.

Diversity in number and types of vegetables grown in the garden is an important indicator of success because diversity is correlated with higher vegetable consumption levels, especially among children, and higher aggregate nutritional value (HKI 1991). From an agronomic point of view, garden diversity is important for suppressing pest populations and enhancing soil fertility. Finally, where income generation is an objective, a small, but diverse, supply of vegetables can command higher prices in local markets, especially during 'off' seasons.

Vegetables and fruits high in vitamin A, such as carrots, spinach, amaranth, and papaya, were grown by more than 90% of target households during the second year of the project. The number of control and interaction households growing vitamin A rich vegetables and fruits also increased over the baseline, but by much smaller amounts.

Improvements in garden production, both in terms of number of varieties and production per unit of land, were possible because of changes in garden production practices. Through its extension workers and group leaders, HKI recommended reliance on local materials for soil fertilization and pest management. Both for economic and health reasons, use of agrochemicals was discouraged. Seeds were provided at subsidized rates during the first 2 years, however, training was provided on seed production and storage techniques to encourage the women to maintain their gardens once the intervention was phased out.

Questions on postharvest uses revealed that most garden produce was consumed at home, as expected. However, there was a shift towards increased sale of garden produce as surpluses became available. At baseline, only 4% of target households reported selling some garden vegetables, which increased to 53% at mid-term. Among the households selling garden produce, average monthly income earned from sales was Tk85, which was 14.8% of total monthly cash income, on average.

Field data on decision making regarding the distribution of garden produce (consumption vs. sale) show that among target, control, and interaction households the decisions were made by women in 65%, 25%, and 26% of the cases, respectively. The husbands are more likely to make these decisions in the control and interaction groups. Also, women were more than twice as likely to receive and exercise control over income earned from garden sales in the target group (67%) as compared with the control

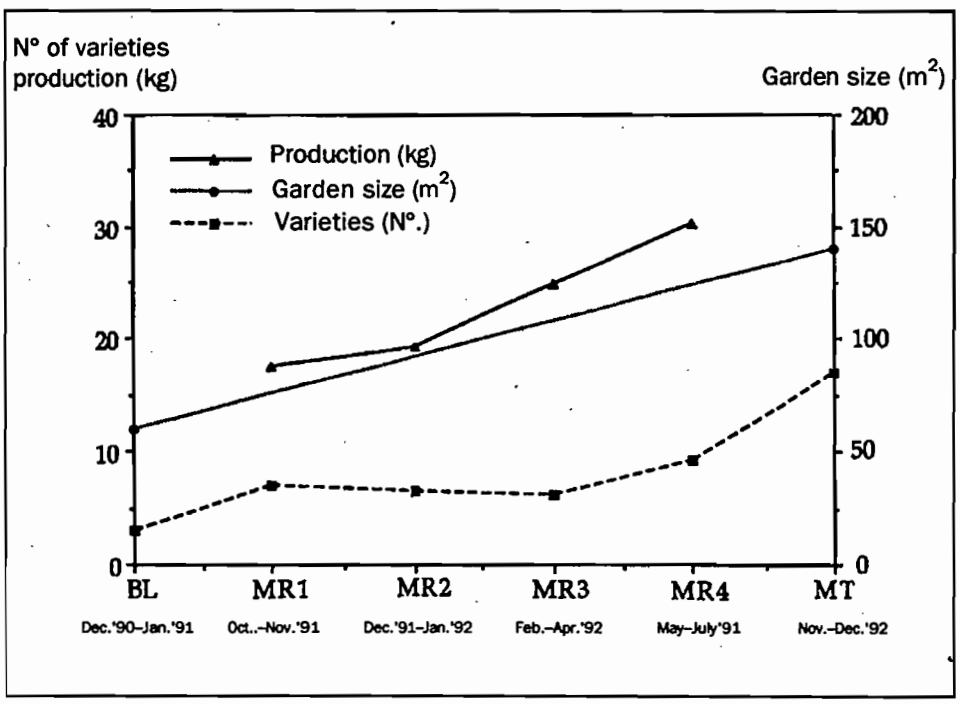


Figure 1. *Changes in number of garden varieties, garden production, and garden size from baseline (BL) survey to mid-term (MT) evaluation for the target group, Bangladesh (1990–1992).*

(31%) and interaction (17%) groups. Thus, the gardening project, by focusing its attention on women, both in technical assistance and nutrition education, may have had an important 'empowering' effect on these women, and, through example, on their daughters.

Consumption and Health

Year-round vegetable availability for family consumption is one of the clear positive impacts of the HKI project, as shown in Figure 2. Data are for 1992, the year of the mid-term evaluation. In no season did target households report vegetables 'not available', whereas the control group, and to a lesser degree the interaction group, reported lack of availability as a major problem in the *aus* and *aman* seasons. Over 95% of target households reported that vegetables were 'available and adequate' in the *aman* and *boro* seasons, while 37% reported availability 'not adequate' during the dry *aus* season. To test the significance of the differences in seasonal vegetable availability among the three groups, Pearson chi-square statistics were obtained as follows: for the *aus* season, chi-square value = 752, with observed significance level = 0.000001; for the *aman* season, chi-square value = 957.3, with observed significance level = 0.000001; and for the *boro* season, chi-square value = 921.7, with observed significance level = 0.000001.

Table 2 presents data on household vegetable consumption and a breakdown down of sources of vegetables consumed. Vegetable consumption at mid-term increased significantly for the target group over baseline levels, from an average of 5.8 kg to 7.5 kg per week. On a per capita basis this equals nearly 200 g per day, the intake of vegetables recommended by the Food and Agriculture Organization (FAO). During the same period, vegetable consumption for the control group increased slightly from 5.1 kg to 5.4 kg per week, while vegetable consumption for the interaction group declined by 20% to 5.0 kg per week.

More than 80% of vegetables consumed by the target households came from their home gardens at the time of the mid-term survey, as compared with 37% for the control group and 47% for the interaction group. Thus, although vegetable consumption declined somewhat for the interaction group over baseline levels, a higher percentage of the vegetables consumed came from their home gardens, perhaps a demonstration effect from nearby target gardens.

Intrahousehold consumption data indicate that the combined home gardening, nutrition education, and gender aspects of the project have had a positive impact on vegetable consumption by infants and very young children. In particular, in the target group, fewer babies of 6–11 months (55%) and toddlers of 12–23 months (17%) are not eating vegetables at all, as compared with the control (83%, 40%) and interaction groups (79%, 31%). Further analysis is needed to determine differences in vegetable consumption by gender for children and adults.

Medical data from the evaluation shows that night blindness in children, a sensitive indicator for vitamin A deficiency, declined from 2.3% to 1.2% in the target group, although prevalence beyond 1% is still considered of public health significance. The prevalence of severely underweight children under 5 years (weight for age <3Z scores) in the target group declined by 7% (from 25% to 18%), whereas the decline was 3% among the control village children (from 22.3% to 19.3%). Medical experts of HKI believe this finding is related as much, or more, to increased consumption of rice, through supplementary income and savings from home gardening, than to any direct effects of vitamin A on growth (HKI, AVRDC 1993).

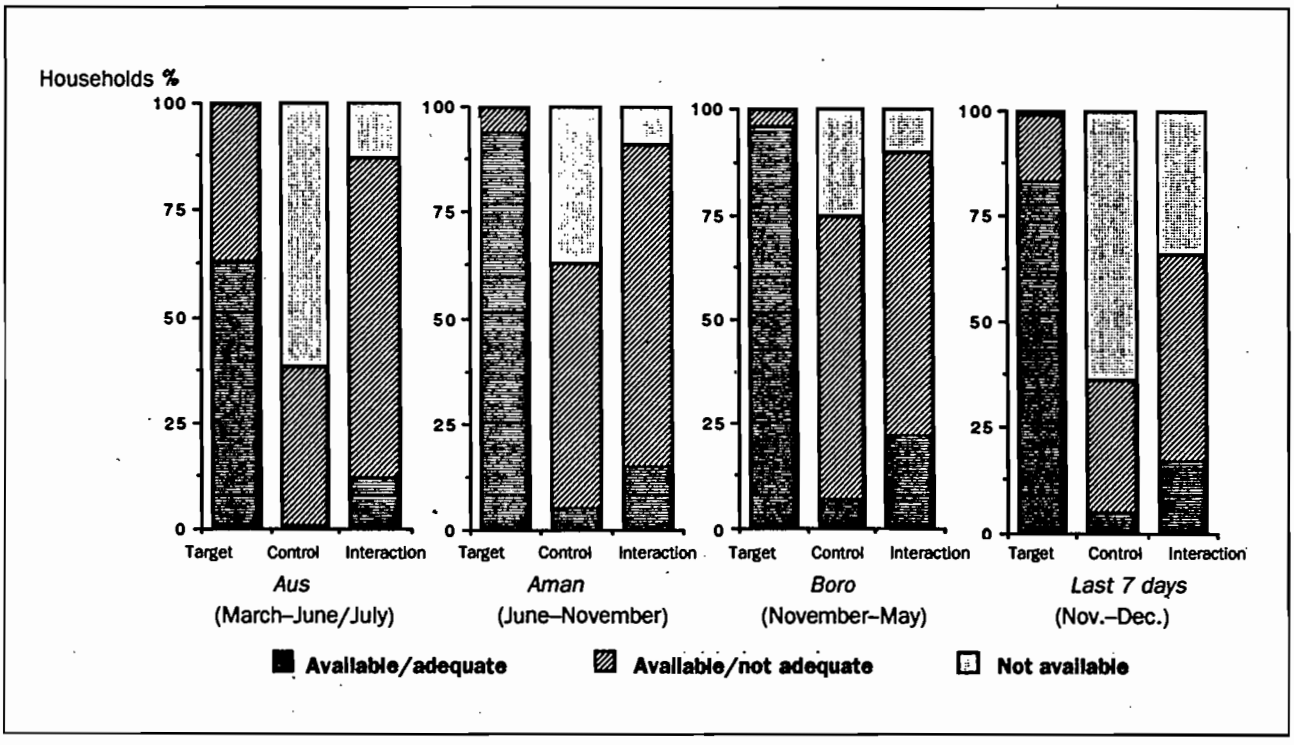


Figure 2. *Seasonal vegetable availability reported by the target, control, and interaction groups, Bangladesh (1992).*

Table 2. Household vegetable consumption, Bangladesh (November/December 1992).

	Target	Control	Interaction	Target/control	Target/interaction
Vegetables consumed (%)[a]	100	100	100		
Mean amount consumed (kg)					
baseline	5.80	5.08	5.90	1.14	0.98
mid-term	7.54	5.36	5.00	1.41	1.51
Source of vegetables (%)					
home garden	81	16	40		
market	16	67	48		
others[b]	3	17	12		
Mean daily vegetable consumption per capita (g)[c]	193	119	118	1.62	1.64

a. In the week prior to the mid-term evaluation (November/December 1992).
b. Including exchange, gift, roadside.
c. Calculated from amount consumed in the week prior to the mid-term evaluation. Estimated weight before cooking.

Table 3. Cost, excluding overheads, of the HKI project per beneficiary, Bangladesh (1990–1993).

	US$
Program cost/direct beneficiary (Target group, n = 980)	
total	117
average/year	39
benefit/cost ratio (51.5*/39)	1.32
Program cost/(direct + indirect beneficiary) (target + interaction groups, n = 1075)	
total	107
average/year	36
(Program + research cost)/household surveyed (Target + control + interaction groups, n = 1303)	
total	138
average/year	46

Average monthly target household benefit = Tk85 cash + Tk78 savings = Tk163
Average annual target household benefit = Tk163 x 12 = Tk1956 = US$51.5 (US$1 = Tk38, 1993)

Conclusion

The production, consumption, and health data presented indicate that home gardening can be a viable strategy for improving the nutritional levels of at-risk populations. The success of the HKI project in overcoming cultural and economic barriers in rural Bangladesh may be attributed to several key factors: (a) its focus on women as mothers, gardeners, group leaders, and decisionmakers within the household; (b) its incorporation of nutrition and health education at all training levels; (c) its promotion of low-input, low-cost gardening techniques; and (d) its use of continuous, interactive monitoring. Furthermore, the research component of the project (ie, inclusion of control and interaction groups in baseline and evaluation surveys) allowed for an unusually rigorous impact analysis of home gardening. Typically, NGO-promoted gardening projects lack the funds and personnel to carry out this level of analysis.

Whether or not the HKI pilot project should be recommended as a model for other development organizations depends in part on its cost effectiveness. The calculation of a benefit/cost ratio (1.32) for the project shown in Table 3, includes target household and program costs only. The ratio would decrease to 1.12 with the inclusion of research costs. Total benefits are underestimated as nonmonetary benefits resulting from improved nutrition and health and the empowerment of rural women are not included. The program cost per direct beneficiary averaged US$39.0 per year over 3 years; this increases to US$46.0 per household surveyed when the research component is included. Recognizing that this cost would be too high if a much greater target population were contemplated, HKI developed a strategy to work through low-cost local NGOs in its current home gardening project reaching households throughout rural Bangladesh.

References

Helen Keller International (HKI). 1991. Vitamin A homegardening and promotion of consumption for prevention of nutritional blindness: baseline report. Dhaka, Bangladesh: HKI Bangladesh. 16 pp.

Helen Keller International (HKI), Institute of Public Health Nutrition (IPHN). 1993. Nutritional surveillance. Summary report on gender differentials in undernutrition. Dhaka, Bangladesh: HKI/IPHN. 2 pp.

Helen Keller International (HKI), Asian Vegetable Research and Development Center (AVRDC). 1993. Home gardening in Bangladesh: an evaluation report. Dhaka, Bangladesh: HKI/AVRDC. 9 pp.

Hoogerbrugge Inge D, Fresco Louise O. 1993. Homegarden systems: agricultural characteristics and challenges. Gatekeeper Series No. 39. London, UK: International Institute for Environment and Development. 23 pp.

Soleri Daniela, Cleveland David A, Frankenberger Timothy R. 1991. Gardens and vitamin A: a review of the literature. Washington, DC, USA: Office of Nutrition, Bureau for Science and Technology, AID. 32 pp.

Talukder Aminuzzaman. 1993. Draft description of the HKI home garden project training and monitoring methodologies. Mimeo. Dhaka, Bangladesh. 9 pp.

World Bank. 1992. Bangladesh food policy review: adjusting to the green revolution. Washington, DC, USA, and Bangladesh: World Bank. 91 pp.

Simulations multi-agents et gestion des ressources renouvelables

Bousquet François ; Antona Martine ; Weber Jacques
CIRAD, 42 rue Scheffer, 75116 Paris, France

Résumé
L'étude de la gestion des ressources renouvelables nécessite la présence de chercheurs qui proviennent d'horizons disciplinaires différents. La modélisation peut-elle être un outil d'intégration de ces points de vue ? Nous avons élaboré un simulateur à partir des principes de l'intelligence artificielle distribuée, qui permet de représenter un univers artificiel observé par des points de vue différents. Nous en présentons un exemple d'application sur la pêche et discutons la validation des résultats.

Mots clés
Pluridisciplinarité, ressources renouvelables, point de vue, systèmes multi-agents, décision, validation.

Abstract
Multiagent Simulations and Management of Renewable Resources
We have developed an object-oriented framework based on the principles of distributed artificial intelligence for modelling man–resource interactions. We have studied the case of the inland delta fishery of the Niger in Mali, and attempted to contribute to a synthesis of the knowledge of a multidisciplinary research team. In this paper we describe the methods used and implementation of the simulator, and present simulations of a 'fishing-up process' that compare various hypotheses of object interactions. We then discuss the problem of validation.

Introduction

Les relations entre l'homme et les ressources naturelles renouvelables qu'il exploite sont au cœur des problèmes environnementaux. Pour mieux comprendre les relations entre les dynamiques sociales et écologiques, les chercheurs de différentes disciplines se rassemblent en équipes pluridisciplinaires. Les connaissances diverses qui sont produites doivent être confrontées et discutées afin de constituer un corpus cohérent. Cette mise en cohérence est requise pour que la recherche joue son rôle d'assistance à la décision auprès des acteurs qui interviennent dans la prise de décision (aménageurs, décideurs, populations concernées).

Par ailleurs, les acteurs concernés et impliqués dans la gestion de l'écosystème sont le plus souvent multiples, se font différentes représentations de la gestion et proposent, en conséquence, différentes mesures d'aménagement.

La modélisation est une démarche qui peut, d'une part, catalyser la mise en cohérence de diverses connaissances disciplinaires, d'autre part, offrir un terrain (laboratoire) artificiel pour exprimer et confronter des points de vue sur la gestion et expérimenter des mesures d'aménagement.

Dans ce texte, nous présentons :
- des méthodes de modélisation qui nous semblent adaptées pour simuler les interactions homme-ressource au sein d'un écosystème ;
- la modélisation de différents points de vue sur un écosystème complexe ;
- une application à la pêche.

Nous discutons ensuite la question du passage du monde artificiel (virtuel) que constitue le modèle au monde réel. Sur ce point, nous présentons quelques axes de recherche que nous désirons explorer au sein de notre unité de recherche sur la gestion des ressources renouvelables et l'environnement.

Problématique

Il ressort de la littérature qu'un système est dit complexe si on peut le considérer comme une organisation d'éléments en interaction. Pour aborder la complexité, nous avons choisi de représenter les différents individus et leurs interactions de façon à comprendre comment peut émerger une organisation. Cette démarche s'intéresse donc aux relations entre un niveau local et un niveau global.

Par ailleurs, nous avons choisi de mettre en avant le caractère construit de la connaissance sur l'écosystème : ce n'est pas l'écosystème que nous voulons modéliser, mais l'écosystème vu par plusieurs points de vue. Les problèmes d'usage de ressources renouvelables impliquent de faire la synthèse des connaissances sur les structures et dynamiques sociales ainsi que sur les structures et dynamiques écologiques. Ces connaissances sont exprimées par des chercheurs provenant de divers horizons disciplinaires. La modélisation peut-elle aider à enrichir les différents points de vue, voire à créer un point de vue interdisciplinaire?

C'est donc avec l'ambition de trouver et de développer des outils de modélisation qui permettent une approche ascendante et qui prennent en compte explicitement l'intervention des observateurs du réel que nous nous sommes tournés vers la méthode des simulations multi-agents.

La méthode des simulations multi-agents

Nous avons considéré que les approches des transferts d'échelle (Auger, 1993 ; O'Neill, 1989 ; Frontier, 1991) fondées sur la modélisation mathématique ne répondaient pas directement au problème de la prise en compte de multiples points de vue. Nous nous sommes intéressés aux courants de modélisation informatique, dont les principes semblaient mieux correspondre à notre approche : réseaux d'automates, réseaux de neurones et intelligence artificielle distribuée (IAD). Les deux premiers de ces courants représentent des interactions entre populations d'individus identiques ; l'IAD permet de représenter des relations entre des individus très différents. Nous avons donc choisi ce dernier courant de modélisation.

L'IAD s'intéresse à la résolution de problèmes par des communautés d'agents qui ont des points de vue différents et des connaissances parcellaires sur le problème : on parle de systèmes multi-agents (SMA). Dans le domaine informatique, on appelle agent "une entité réelle ou abstraite qui est capable d'agir sur elle-même et son environnement, qui dispose d'une représentation partielle de cet environnement, qui, dans un univers multi-agents, peut communiquer avec d'autres agents et dont le comportement est la conséquence de ses observations, de sa connaissance et des interactions avec les autres agents" (Ferber et Ghallab, 1988).

Les connaissances sont propres à chaque agent, elles sont locales. Les recherches en SMA proposent différents protocoles de communication entre agents. Il est ainsi possible de s'intéresser à des agents simples, qui communiquent directement entre eux en s'envoyant des messages : cette technique est généralement utilisée pour créer des écosystèmes artificiels dont on simule le fonctionnement ; on parle parfois de vie artificielle. C'est une démarche de modélisation ascendante. On peut aussi s'intéresser à des agents plus compliqués, qui disposent chacun d'une expertise partielle sur un problème commun : on cherche à les faire collaborer pour résoudre le problème global. L'architecture, appelée tableau noir *(blackboard),* est en général utilisée pour créer des systèmes dits multi-experts.

Un simulateur

Nous avons élaboré une architecture de simulation pour créer des univers artificiels observés par différents points de vue. Ce simulateur est séparé en trois parties (figure 1) :

- un monde artificiel, dans lequel on peut représenter différents agents correspondant au monde étudié (des pêcheurs, des poissons, des agriculteurs, des éleveurs, des vaches, des moutons, des marchés, des arbres, etc.). Ces agents peuvent interagir dans le temps et l'on observe globalement le fonctionnement du système ;
- différents points de vue, qui sont autant de connaissances sur le fonctionnement du monde artificiel. Ces connaissances, dites spécialistes, sont écrites sous forme de règles de production ;
- une structure de contrôle, qui gère la simulation. Informée de certains événements qui se passent dans le monde artificiel, la structure de contrôle fait appel à l'expertise de spécialistes donnés. Ceux-ci modifient le monde artificiel. Cette modification peut provoquer des réactions qui constituent de nouveaux événement pour la structure de contrôle, etc.

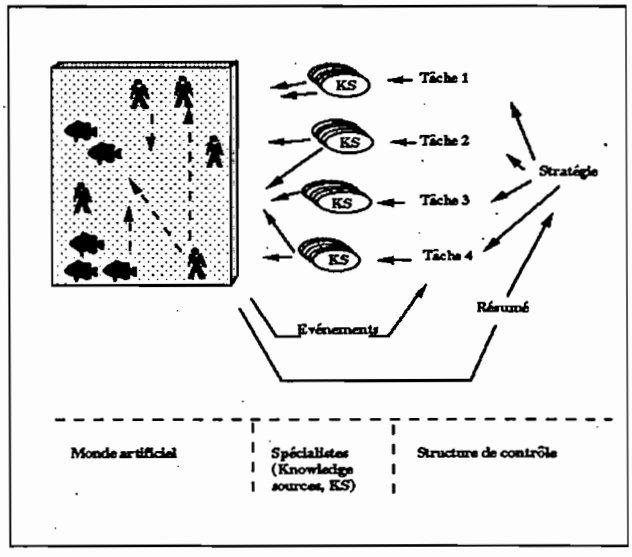


Figure 1. Architecture du simulateur.

Ce générateur de simulation a été programmé à l'aide du langage objet Smalltalk sur station Sun.

Une application : la pêche artisanale

L'exemple d'application que nous présentons concerne la pêche dans le delta central du Niger, au Mali. Pour comprendre les raisons de la crise vécue par cette région depuis plusieurs années, une équipe pluridisciplinaire composée d'économistes, de démographes, d'anthropologues, d'halieutes et d'écologues étudie les interactions entre les hommes et les ressources (Quensière, 1993). La plupart des recherches menées au sein de cette équipe s'inscrivent dans une démarche qui vise à caractériser le changement dans l'histoire de cette région : il s'agit de l'étude des changements climatiques avec la sécheresse, des changements sociaux accompagnant les évolutions des

politiques coloniales ou nationales, des changements techniques mettant à disposition de nouveaux matériaux et de nouveaux engins.

Dans le but d'étudier les réponses de l'écosystème à l'ensemble de ces changements, nous avons effectué une série de simulations qui concernent toutes une intensification d'exploitation. Nous en présentons ici quelques unes.

Le simulateur sur la pêche

Les agents du monde artificiel

La description de tous les objets du monde artificiel est assez longue (Bousquet, 1994 ; Bousquet *et al.*, 1994). Pour décrire précisément le monde artificiel que nous avons créé, il faut passer en revue toutes les classes d'agents, en précisant leurs attributs et les méthodes. Nous présentons ici brièvement les trois principaux types d'agents, à savoir les biotopes, les groupes de poissons et les pêcheurs :

- notre monde artificiel est constitué de quatre biotopes qui représentent deux bras de fleuve et deux zones inondables. Chacun de ces milieux offre de la nourriture aux populations de poissons. Les milieux de type plaine offrent beaucoup de nourriture à la crue et très peu à l'étiage. Le cycle est le même pour le fleuve, mais l'amplitude est beaucoup moins forte ;
- nous représentons des groupes de poissons qui meurent, grossissent, se reproduisent et migrent entre milieux suivant différentes modalités. Nous avons simulé la vie de trois espèces de poissons. L'espèce A, de petite taille, se reproduit à la crue, pond beaucoup de petits œufs. L'espèce C, de plus grande taille, est opportuniste à la fois pour la reproduction et pour la migration. L'espèce A et l'espèce C sont en compétition partielle pour la nourriture. L'espèce B est un prédateur, qui produit de gros œufs à la crue et migre de façon opportuniste ;
- les agents que nous représentons, les pêcheurs, possèdent des engins, ils peuvent acheter des engins, vendre le poisson pêché. Quatre types d'engins qui ont des pouvoirs de capture fort différents suivant le milieu et la saison sont en vente à des prix différents. Dans ce modèle simplifié, tous les prix sont fixes.

Nous avons simulé un processus de prise de décision des pêcheurs en quatre phases : a) le pêcheur construit les différentes activités imaginables (couples lieux-engins) ; b) le pêcheur perçoit, il acquiert des informations sur ces activités. Il fait appel à sa mémoire et peut communiquer avec d'autres agents pour échanger des informations ; c) le pêcheur choisit une activité suivant des règles données ; d) le pêcheur agit, il achète, pêche, rapporte du poisson, mémorise les résultats, vend.

Les spécialistes et la structure de contrôle

Les spécialistes contiennent des règles qui expriment des connaissances sur le fonctionnement du monde artificiel ; ils sont regroupés en tâche. Une tâche est chargée de provoquer la simulation écologique et trois autres concernent le processus de prise de décision : la phase de construction-perception, la phase de choix, la phase d'action.

La structure de contrôle permet de tester le fonctionnement du monde artificiel sous différentes hypothèses.

Expériences

Les expériences sont menées sur le thème de l'intensification d'exploitation. Quelle est la réponse d'un écosystème à une augmentation du stress que constitue la pêche ? Nous avons choisi de simuler une augmentation du nombre de pêcheurs, chaque pêcheur possédant une capacité de choix en fonction des conditions de pêche qu'il rencontre. Augmentation linéaire du nombre de pêcheurs ne signifie donc pas augmentation linéaire de l'effort de pêche. Le pas de temps des simulations est la semaine. Au début de chaque simulation, il y a dix pêcheurs. Chaque année, on ajoute trois pêcheurs (figure 2).

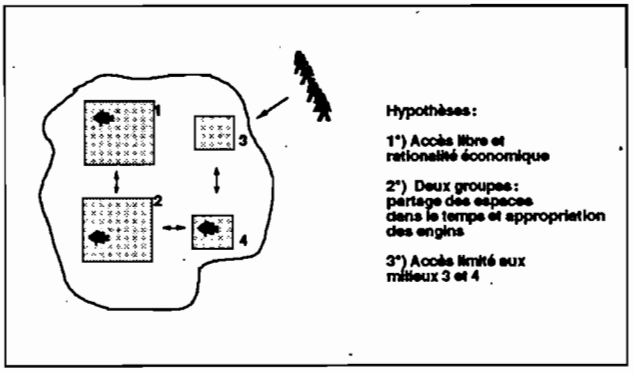


Figure 2. Schéma des expériences présentées.

Nous avons comparé les résultats de trois hypothèses différentes :

- dans le système à accès social, la population est séparée en deux groupes qui n'ont pas les mêmes règles d'accès. Un des groupes n'a pas accès aux biotopes de type plaine, l'autre n'a pas accès au fleuve à l'étiage ;
- dans le système à accès totalement libre, c'est la capacité d'investissement qui détermine l'accès différencié à la ressource ;
- dans les réserves de pêche, les biotopes 3 et 4 ne peuvent recevoir plus de cinq pêcheurs à la fois. Une fois ces places occupées, les autres pêcheurs doivent aller pêcher ailleurs.

Résultats

Pour comparer ces simulations, nous avons retenu les captures, leur composition spécifique et les revenus des ménages pêcheurs (figure 3).

- la durée de vie de la pêcherie est plus longue pour les simulations à accès social que pour celles à accès totalement libre. Quant aux simulations à réserves, elles montrent des captures durables et à un haut niveau (figure 3a) ;
- pour les simulations à accès réglé, la pêche est très majoritairement composée de l'espèce A. Les simulations à accès libre présentent des résultats moins homogènes : l'espèce A est d'abord exploitée, puis la pêche peut disparaître avec cette espèce ou bien rebondir sur l'exploitation d'une autre espèce. Pour les simulations à réserves, à la suite d'une très forte exploitation de l'espèce A, et d'une chute de cette espèce dans les captures, on assiste à une apparition de l'espèce C (figure 3b) ;

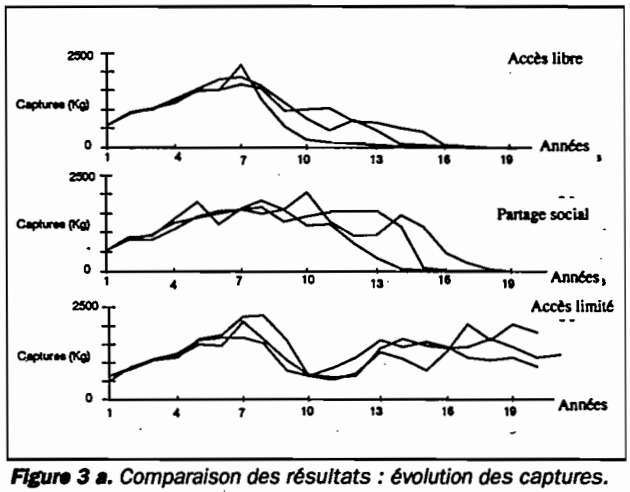


Figure 3 a. *Comparaison des résultats : évolution des captures. Chaque courbe correspond à un pêcheur.*

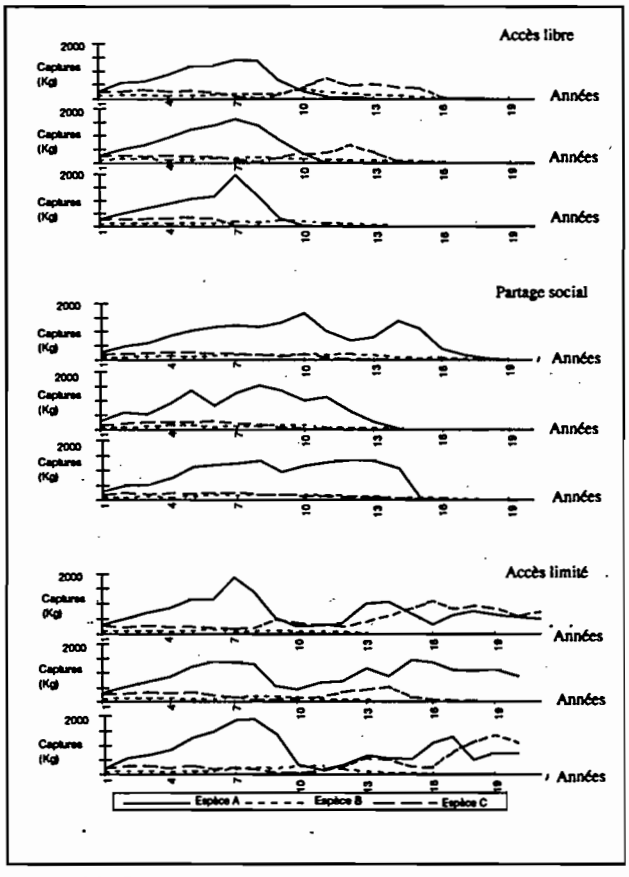


Figure 3 b. *Comparaison des résultats : évolution des compositions spécifiques. Chaque courbe correspond à un pêcheur.*

– les revenus des ménages pêcheurs sont homogènes dans la simulation à accès libre mais les deux groupes G1 et G2 se séparent très nettement lorsque l'accès est socialement réglé. Dans les systèmes à réserves, étant donné l'accès aléatoire, on observe une légère hétérogénéité des trajectoires (figure 3c).

Ces simulations ont été reproduites plusieurs fois pour vérifier la fiabilité des résultats.

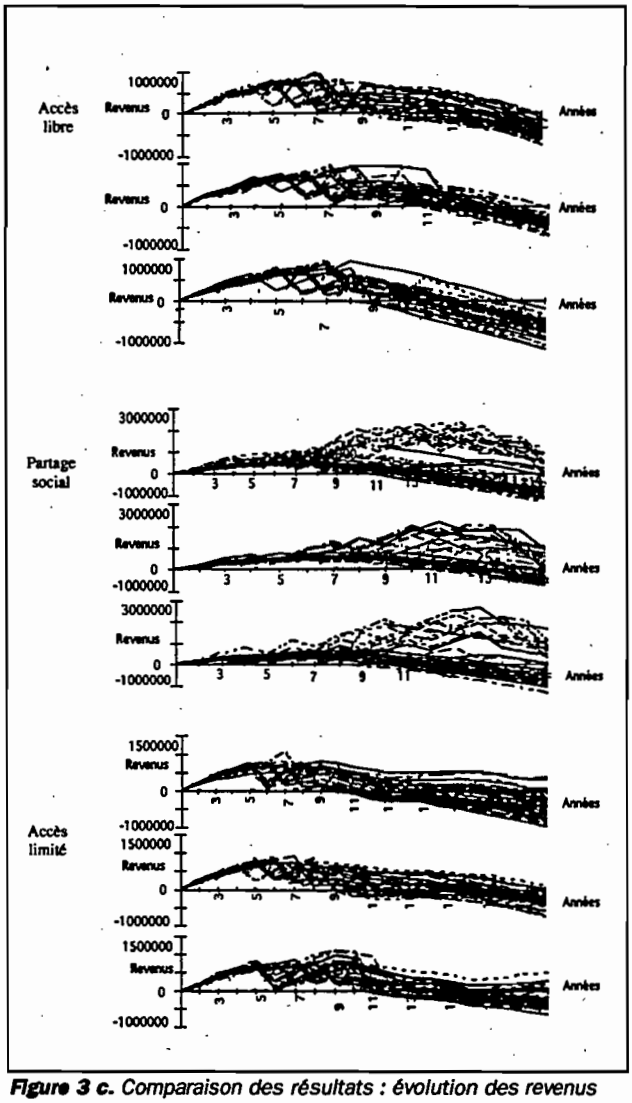


Figure 3 c. *Comparaison des résultats : évolution des revenus des pêcheurs. Chaque courbe correspond à un pêcheur.*

L'interprétation

L'interprétation complète de ces résultats nécessiterait de longues discussions. Nous résumons ici quelques points importants.

Avec un accès totalement libre, les pêcheurs commencent par s'enrichir et achètent des engins performants. Ce faisant, ils pêchent préférentiellement l'espèce A, qui est plus accessible. Les autres espèces survivent et peuvent ensuite faire l'objet d'une pêche importante.

Lorsqu'il existe des règles d'accès à l'espace, des moments clés de la dynamique de l'espèce A sont protégés : tous les pêcheurs ne peuvent pêcher à l'étiage, moment où les poissons sont concentrés. En conséquence, l'espèce A survit jusqu'à la fin de la relation hommes–ressources et la pêcherie dure plus longtemps. Petit à petit, les différences d'accès à la ressource provoquent des différences de revenus.

Dans le cas des réserves de pêche, tout commence comme pour l'accès libre. Les pêcheurs commencent à épuiser le milieu. Mais les milieux protégés soutiennent le système. Il est intéressant de noter que ce mécanisme peut provoquer des changements de composition spécifique.

Étant donné notre modélisation du marché, dans tous les cas, on assiste à un appauvrissement général de la population de pêcheurs. Les différenciations d'accès à l'espace et d'appropriation d'engins ralentissent l'appauvrissement général mais provoquent une plus grande hétérogénéité des revenus en situation de crise avancée.

Cohérence avec le réel

Ces simulations sur des mondes artificiels sont réalisées sur des systèmes très simplifiés, mais on peut, en s'appuyant sur leur résultats, s'interroger sur les conditions d'apparition de ces phénomènes et transposer certains sujets de discussion au monde étudié.

Il en ressort en particulier que la pression de pêche à l'étiage joue un rôle important dans la relation hommes-ressources, mais aussi que l'évolution de la composition spécifique des captures n'est pas indépendante du processus de prise de décision des pêcheurs (des différents types d'accès à la ressource). Il est possible de comparer ces résultats qualitatifs avec des phénomènes observés dans la réalité. En particulier, les courbes des compositions spécifiques des captures dans le delta central depuis vingt ans montrent, lors des grandes années sèches, des modifications de composition spécifique, qui peuvent soit disparaître en deux ou trois ans soit se pérenniser. On discute alors l'apport de la fragmentation de l'espace et de l'hétérogénéité de l'accès à la ressource pour favoriser la résistance de la ressource à l'intensification de la pêche. Cette discussion débouche naturellement sur des problèmes d'aménagement : protection de la ressource à l'étiage, préservation de l'hétérogénéité du milieu et de l'accès. D'un point de vue social, si l'on envisage de contrôler l'accès à certains milieux, on peut simuler différents processus de partage de cet accès en fonction de divers objectifs : rentabiliser l'activité de quelques-uns, limiter la différenciation économique, assurer un revenu minimal à l'ensemble des pêcheurs, etc.

Discussion : perceptions du réel et existence de l'artificiel

Notre travail se situe dans un cadre de pensée où la recherche fournit un point de vue sur le monde observé. Ce point de vue est une construction à la fois disciplinaire et individuelle : d'une part, la description du réel par une école disciplinaire résulte d'un certain nombre d'outils de pensée (théories et modèles), d'autre part, l'emploi de ces outils renvoie à un parcours particulier du chercheur dans le réel qu'il veut décrire. La recherche sur un réel observé par plusieurs disciplines et plusieurs individus consiste à chercher les cohérences possibles entre les différents objets de pensée. *"La validation des connaissances ne peut reposer sur des vérités, mais seulement sur la cohérence entre toutes les connaissances acquises."* (Tabary, 1991). Citons aussi Legay (1986) : " Dans l'étude des systèmes complexes, le progrès de nos connaissances n'est pas le fait d'évidences successives, mais de cohérences entre des ensembles de résultats d'origine différente." La confrontation des modèles permet, entre autres, de chercher ces cohérences, d'où l'utilité des univers artificiels.

Dans un système multi-agents, il s'agit de générer un petit bocal de vie, où interagissent des composants palpables, observables, et sur lequel un certain nombre de phénomènes peuvent être identifiés. Le principe est donc de fournir un terrain virtuel d'expérimentation sur lequel, dans un premier temps, les objets de pensée propres à chaque discipline se construisent et, dans un deuxième temps, les opérations sur ces objets sont mises en parallèle avec d'autres opérations sur d'autres objets. La comparaison est effectuée par l'intermédiaire d'indicateurs qui caractérisent l'évolution du système : chaque observateur peut construire son indicateur. La coévolution des indicateurs permet de discuter de façon pluridisciplinaire la cohérence des différents modèles.

La modélisation peut-elle aider à enrichir les différents points de vue disciplinaires ?

A l'issue de notre expérience d'utilisation des outils de l'intelligence artificielle distribuée ou de vie artificielle, nous distinguons deux phases distinctes à l'intérieur desquelles nous apportons des éléments de réponse à cette question.

Au cours de la phase de représentation des connaissances, il s'agit de créer, à plusieurs, un monde artificiel, semblable au monde réel. Les représentants de chaque discipline ayant la possibilité de décrire chacun des agents du monde artificiel suivant leurs propres concepts disciplinaires, les différentes perceptions disciplinaires sont mises en évidence. Ce travail fournit l'occasion non seulement de communiquer des connaissances, mais aussi de faire apparaître les différents modèles qui président à l'expression de ces connaissances. Il s'agit d'exprimer des métaconnaissances (comment l'espace est structuré ? comment le pêcheur décide ? quelles stratégies ont été développées par les ressources pour s'adapter à leur environnement ?).

La phase de simulation suit divers scénarios : on explore le fonctionnement du monde artificiel tel qu'il a été structuré. A partir des interactions entre les agents artificiels, on voit apparaître des formes, des structures, des événements particuliers. On s'interroge alors sur les conditions d'apparition de ces phénomènes et on cherche à les expliquer, non par des raisonnements disciplinaires, mais en liant des processus différents. Par exemple, nous avons indiqué que les changements de composition spécifique dans les captures pouvaient être discutés non par de simples points de vue écologiques ou économiques, comme c'est le plus souvent le cas, mais en liant des connaissances sur la fragmentation de l'espace, les stratégies adaptatives des poissons et le processus de décision des pêcheurs.

Perspectives et conclusion

La recherche que nous avons menée et le simulateur que nous avons élaboré représentent une modélisation de savoirs disciplinaires. Le modèle est un système d'aide à la décision en ce sens qu'il offre une médiatisation relativement intégrée de connaissances scientifiques. Il est possible de simuler des hypothèses d'aménagement sur le système et d'observer la dynamique en résultant. Nous comptons utili-

ser et développer ce type de simulation sur d'autres relations hommes-ressources.

Par ailleurs, nous lançons une nouvelle recherche au sein de l'unité de recherche Green (Gestion des ressources renouvelables et environnement) du CIRAD. Il s'agit de contribuer à une représentation des modes de gestion de l'exploitation de ressources renouvelables et à une compréhension des interactions entre dynamiques naturelles et dynamiques économiques et sociales, ainsi que d'élaborer des outils et méthodes d'intérêt général pour l'analyse, l'évaluation économique et sociale, l'aide à la décision.

Deux axes de recherche liés structurent les travaux de l'unité de recherche :

- les modes d'appropriation, qui recouvrent les représentations ou systèmes de normes de comportement, les usages de la (ou des) ressource(s), les modalités d'accès et de contrôle d'accès à la ressource, les modalités de répartition ou partage de la ressource, les modalités de transfert intra- ou intergénérationnels en interaction ;
- les processus de décision, c'est-à-dire le jeu des interactions décisionnelles entre acteurs individuels ou collectifs participant directement ou indirectement de l'exploitation de la (ou des) ressource(s).

La plupart des recherches sur la prise de décision sont orientées vers la compréhension de la décision d'un individu et font le plus souvent l'hypothèse d'une rationalité économique donnée à priori ou substantielle. Il s'agit de maximiser une utilité sous contraintes. Le passage d'une rationalité complète à une rationalité adaptative ou procédurale est maintenant admis et les outils d'aide à la décision se sont adaptés : on utilise aujourd'hui des modèles à base de connaissance pour aider l'agriculteur dans ses décisions (Attonaty, 1994). D'une part, il est bien admis que la rationalité n'est qu'une hypothèse parmi d'autres, d'autre part, les mécanismes qui gouvernent l'accès d'un individu à la ressource sont souvent à rechercher dans ses interactions avec la (ou les) organisation(s) sociale(s) dont il fait partie. Nous proposons donc de nous intéresser au jeu des interactions décisionnelles entre différents acteurs qui ont différentes représentations de leur environnement.

Les théories de la décision considèrent des acteurs individuels ou collectifs faisant des choix sur la base de stratégies découlant d'une appréciation de celles des autres décideurs. En cela, la théorie des jeux est l'outil privilégié (Ostrom, 1990). Les théories de la décision postulent que les acteurs sont égaux, qu'ils perçoivent tous le monde de la même manière et que leur décision est arrêtée à un moment précis. Dans les faits, les acteurs ont des perceptions différentes, utilitaristes ou non, de court terme ou patrimoniales. Ces perceptions ont des poids différents, elles interagissent dans le temps pour construire la décision. Il s'agit plus de processus que de choix. Les SMA permettent aujourd'hui d'aborder la modélisation de ces représentations et des interactions entre divers individus au long d'un processus de décision.

Les systèmes d'aide à la décision sont classiquement présentés aux individus chargés de la gestion. Les SMA ont été peu utilisés dans cette perspective. Confrontés à des réalités précises de terrain, pouvons-nous définir des interfaces qui permettent d'animer la discussion au sein de collectivités qui gèrent des ressources communes ? Cela implique d'intégrer non seulement différents points de vue scientifiques, mais aussi d'autres acteurs impliqués dans la gestion des ressources communes (administrations, industriels, agences de tourisme, etc.). Aujourd'hui, nous comptons développer cette réflexion, indispensable pour maîtriser le transfert des résultats de la modélisation vers les modes de gestion.

Références bibliographiques

Auger P., 1993. Quelques outils mathématiques pour l'analyse hiérarchique. *In : Hiérarchies et échelles en écologie*. P. Auger, J. Baudry et F. Fournier (eds), Naturalia publications.

Attonaty J.-M.,1994. Gestion de l'entreprise agricole et instrumentation. 6p., mimogr.

Bousquet F.,1994. *Des milieux, des poissons, des hommes : étude par simulations multi-agents. Le cas de la pêche dans le Delta Central du Niger.* Thèse de doctorat, Université Lyon 1.

Bousquet F., Cambier C., Morand P.,1994. Distributed Artificial Intelligence and Object-Oriented Modelling of a fishery. Mathematical and Computer Modelling, vol 19, n°9.

Ferber J., Ghallab M.,1988. Problématiques des univers multi-agents intelligents. *In : Actes des journées PRC-GRECO Intelligence Artificielle.*

Frontier S.,1991. Les outils mathématiques nouveaux du transfert d'échelle, géométrie fractale, relateurs arithmétiques, théorie des catastrophes, dynamique chaotique, analyse non standard. *In : SEMINFOR 4, Le transfert d'échelle.* C. Mullon (ed.), ORSTOM.

Legay J.-M.,1986. Méthodes et modèles dans l'étude des systèmes complexes. Les cahiers de la Recherche Développement, n°11, 1986.

O'Neill R.V.,1989. Perspectives in hierarchy and scales. *In : Perspectives in ecological theory.* J. Roughgarden, R. May, S. Levin (eds), Princeton University Press.

Ostrom E.,1990. *Governing the commons, the evolution of institutions for collective action.* Cambridge University Press.

Quensière J.,1993. L'étude de la pêche dans le Delta Central du Niger : une approche pluri-disciplinaire. *In : La recherche face à la pêche artisanale.* J.-R. Durand, J. Lemoalle et J. Weber (eds), ORSTOM, 1991.

Tabary J.-C.,1991. Cognition, systémique et connaissance. *In : Systémique et cognition.* E. Andreewsky et coll., Dunod.

Management of Natural Resources: Systems Approaches to *Striga* Control in Sub-Saharan Africa

Albert Helmut[1]; Runge-Metzger Artur[2]

[1]Nyankpala Agricultural Experiment Station, POB 483, Tamale, Ghana

[2]Institute of Agricultural Economics, Georg-August-University, Platz der Göttinger Sieben 5, 37073 Göttingen, Germany (Current address: Delegation of the Commission of the European Communities in Zimbabwe, POB 4252, Harare, Zimbabwe)

Abstract

Striga hermonthica *is a parasitic weed that is still spreading throughout sub-Saharan Africa. To date, many control methods have been developed that differ with respect to their demand for land, labor, capital, and management capabilities. Some have been applied successfully in parts of Africa. However, in most situations, limited adoption of* Striga *control methods have not prevented further dispersion of the so-called 'witch weed'. In order to develop a promising extension strategy, scientific and indigenous knowledge must be integrated. Firstly, as government budgets are restricted, extension activities must target areas where* Striga *control will provide the best returns. Therefore a monitoring concept has to be developed. Secondly,* Striga *control methods must be screened for technical and economic feasibility. Thirdly, control methods must be evaluated from the farm household perspective. Fourthly, farmers' perceptions about the biology of* Striga *must be considered. The occurrence of* Striga *has to be regarded as a symptom of deteriorating soil fertility. The continuing spread of* Striga *appears to show that past investments made by individual households into the maintenance of soil fertility were highly inadequate. Clearly, individual decisions lead to undesirable outcomes in the long term. From the societal point of view, individual decisions lead to external effects that have a negative impact on the income possibilities of future generations. It is therefore necessary to discuss whether policy interventions are justified and which type of intervention is operational and feasible under the conditions of sub-Saharan Africa. The results of a recent study in northern Ghana are presented. These show how participatory interviews, formal household surveys, regional surveys, and secondary data sources may be integrated to improve natural resource management.*

Key words

Striga *control, farming systems research, participatory economic assessment.*

Résumé

Gestion des ressources naturelles : approches systémiques de la lutte contre le striga en afrique subsaharienne

Striga hermonthica *est une herbe parasite qui pousse dans toute l'Afrique subsaharienne. De nombreuses stratégies de lutte ont été mises en œuvre et varient en fonction des besoins en terres cultivables, des moyens financiers, des capacités de gestion et de la main-d'œuvre disponible. Certaines de ces méthodes ont été utilisées avec succès dans plusieurs régions d'Afrique. Néanmoins, dans la plupart des cas, la lutte contre le striga n'a pas été suffisamment étendue pour éviter la propagation de la soi-disant "herbe de la sorcière". Pour développer une stratégie de vulgarisation encourageante, il faut intégrer les connaissances scientifiques aux connaissances locales. Premièrement, étant donné le faible budget des gouvernements locaux pour la vulgarisation, il faut cibler les régions où la lutte contre le striga donnera les meilleurs résultats, puis développer une méthode de suivi. Deuxièmement, les méthodes de lutte contre le striga doivent être analysées en fonction de leur faisabilité économique et technique. Troisièmement, les méthodes de lutte doivent être évaluées en fonction des perspectives des familles paysannes. Quatrièmement, il faut recueillir des données relatives à la manière dont les exploitants agricoles perçoivent la biologie du* Striga. *L'apparition du striga peut éventuellement être considérée comme un symptôme de l'appauvrissement du sol. Sa propagation est apparemment le signe d'investissements insuffisants pour la préservation de la fertilité des sols. Il est évident que les décisions individuelles conduisent à des résultats négatifs à long terme. Au niveau social, les décisions individuelles ont des répercussions négatives sur les revenus des générations futures. Il faut donc analyser si les interventions politiques sont justifiées et quelles*

interventions sont efficaces et faisables dans les conditions de l'Afrique subsaharienne. Le document présente les résultats d'une récente étude menée au Ghana, qui montre comment intégrer des entretiens participatifs, des enquêtes formelles sur les exploitants, des enquêtes régionales et d'autres sources secondaires de données pour améliorer la gestion des ressources naturelles.

Introduction

Sustainable management of natural resources has become the primary objective of rural development. In the past, different schools of thought covering various scientific disciplines have contributed towards improvement of the understanding of various aspects of natural resource management, notably institutional economics, resource economics, human ecology, and farming systems research. But how can these different aspects be integrated in a practical methodological approach to achieve sustainable development? A systems approach is discussed, taking as example *Striga hermonthica*.

Striga hermonthica is a parasitic weed that is spreading throughout sub-Saharan Africa. In the past, several control methods were developed. These differ in their requirements for land, labor, capital, and management capabilities (Robson, Broad 1989; Gworgwor 1993; Sauerborn 1991). Some of the methods have been applied successfully in parts of Africa. However, in most areas, farmers have not adopted recommended *Striga* control methods to levels required to prevent further dispersion of the so-called 'witch weed'.

This paper aims to identify the reasons underlying the technology transfer gap, and to determine appropriate interventions to alleviate the identified constraints using a systems approach.

Hypotheses and Methodology

Constraints may occur at different levels of the system, notably:

- government policy may favor agricultural practices that result in the propagation of *Striga*;
- research does not address farmers' constraints adequately, leading to unacceptable recommendations;
- a weak performance by extension services restricts dissemination of effective *Striga* control measures to farmers;
- farmers reject the control measures because: they are unfamiliar, they do not fit into their farm household system, they are not regarded to be effective, *Striga* is not perceived to be a major problem. In addition, agricultural practices facilitate the propagation of *Striga*.

Systems analysis therefore appears to be an appropriate methodological approach to identifying the constraints. The analysis comprises a set of five well-defined steps to identify: (a) actors in the system and their goals; (b) resources (including natural, financial, perceptual, and knowledge) available to the different actors; (c) behavior and activities of the different actors and their impacts on the performance of other actors and on the status of resources; (d) constraints within the system; and (e) potential future interventions.

Steps (a) and (b) are largely descriptive. At each step different empirical methods are used. Step (c) is the most cumbersome because, ideally, functional relationships have to be established between the actors, activities, and performances (*ie*, state and flow variables dependent upon time). It also includes assessment of known interventions, for instance, new agricultural technologies. Appropriate, mainly standard, methods have to be employed to assess possible impacts of interventions depending on the scope of intervention. Basically, this must be done in a participatory manner, with detailed explanations of interventions to farmers being backed by extensive discussion. This approach helps identify specific constraints of adoption. Moreover, the results of farm interviews also provide the basis for more rigorous approaches to economic analysis. The impacts of minor changes are modelled using partial budgeting. If inputs and outputs are affected over several years, investment analysis has to be employed. More drastic changes in the agricultural system could be simulated at household level on the basis of comparative static farm household models. When new crops are introduced or substantial yield increments are anticipated, aggregated effects beyond the farm household level must also be considered. Hence, market analysis is necessary. Synthesis of the results of the preceding analytical steps allows explicit identification of constraints in step (d). Step (e) concerns possible future interventions.

The general aim of this study was not to be innovative in terms of creating a new sophisticated econometric model, but to demonstrate how various standard methodological modules can be integrated in a systems approach to participatory problem solving using the case of *Striga* control in a West African setting.

Data Basis

The study was based on the results of different empirical field studies. Detailed secondary information was available from earlier surveys:

- village level surveys conducted between 1984 and 1992 (Baur 1992; Runge-Metzger 1993a);
- *Striga* questionnaire for extension agents (Sprich 1993),
- *Striga* surveys (Sauerborn 1991b; Vogel 1993; pers. comm. Sprich, Schellinger, Universität Hohenheim, 1992; Honisch 1989);
- official sources (Food and Agriculture Organization 1992; PPMED 1993; Statistical Services 1989).

In addition, two empirical surveys were conducted in 1993—an in-depth questionnaire was circulated in August/September 1993 to 69 farmers in three different areas of northern Ghana (Runge-Metzger, 1993b), and a short questionnaire targeting 4218 farm plots was completed in October/November 1993.

Table 1. Actors of the system, their goals and resources.

Actors	Goals	Resources
Government	Income (reelected), equity, economic growth, balanced budget	Budget, manpower, know-how
Scientists	Income, respect	Budget, manpower, know-how
NARS[a]		
Cotton research		
Regional network		
MoFA[b]		
Extension services	Income	Budget, manpower, know-how
MoFA		
Private (cotton)		
NGOs[c]		
Farmers	Income, secured satisfaction of basic needs (shelter, food preferences)	Natural resources (land, soil fertility, rainfall, know-how, capital)
Resource rich		
Resource poor		
Striga hermonthica	Propagation	Weak cereal crops

a. NARS, national agricultural research systems.
b. MoFA, Ministry of Food and Agriculture, Ghana.
c. NGO, nongovernment, nonprofit organization.

Actors and Resources

Table 1 shows the different actors of the system—government, research, extension services, and the farmer—who indirectly and directly influence the population dynamics of *Striga*.

For government, scientists, and extension services, predominantly financial resources are converted into manpower and logistics. But also very important is the quality aspect of the manpower, its know-how or human capital.

The government of Ghana relies for its activities on a limited budget that has become even more constrained. This inevitably affects availability of research and extension resources.

For scientists, most funds are channelled through the government. A limited number of researchers are employed privately by cotton companies. A special budget for *Striga* research in northern Ghana—funded by a foreign donor—strengthens the available manpower.

Extension is conducted by government, private (cotton), and nongovernment, nonprofit organizations (NGOs). Government service has been reorganized considerably in recent years, notably with introduction of the World Bank favored T&V system. The number of extension workers has been drastically reduced. Almost all former technical assistants have been made redundant, reducing substantially the ratio of extension workers to farmers. In addition, government extension workers do not always have the appropriate know-how for dealing with *Striga*. Nongovernment organizations—predominantly church agricultural projects—can be found in several communities scattered throughout northern Ghana.

Besides labor and capital, which can be converted to inputs and hired labor, farmers exploit natural resources including soil fertility, available water, and solar radiation. Earlier studies of farming systems revealed that farmers in the region differed greatly in terms of access to these resources, major factors being population density and market access (Baur 1992; Runge-Metzger 1993a). As differences in relative resource availability determine to some extent applicability and profitability of innovations, farm households are stratified according to the population density and access to capital (Runge-Metzger 1993a; Smith, Weber 1993). The capital assets of farm households are predominantly held in livestock and this plays an essential role in risk management.

Information about farmers' indigenous knowledge and perceptions regarding the biology of *Striga* was gathered during the in-depth field survey of August/September 1993. In general, farmers regard *Striga* as a severe problem that has increased over past years. However, their perceptions about biological aspects do not necessarily match scientific knowledge. For instance, many farmers are unaware of the exact mechanisms whereby *Striga* seeds are further propagated, while a considerable number wrongly associate the symptoms of other diseases (*eg*, wilting of yam and groundnuts) with *Striga*. Farmers' perceptions of the impact of various farming practices on *Striga* were also examined (Figure 1). In particular, the interrelationship between *Striga* and soil fertility is well-known.

Striga relies on the presence of cereals, which provide carbohydrates and mineral nutrients for its growth. Cereal seeds provide the main vehicle for the spread of *Striga* seeds (Berner et al 1993).

An important feature of water, one of the major natural resources on which all crop activities and *Striga* depend, is that its availability is highly variable from year to year and across locations within the same year.

Performances of Activities and Impacts on the Occurrence of *Striga*

The goals and resources of the actors of the system were presented in a top-down manner; activities and associated performances will be presented bottom-up.

Parasitism of cereal plants is an activity essential to the multiplication of *Striga hermonthica*. The performance of *Striga* is highly variable as it depends on the state of various

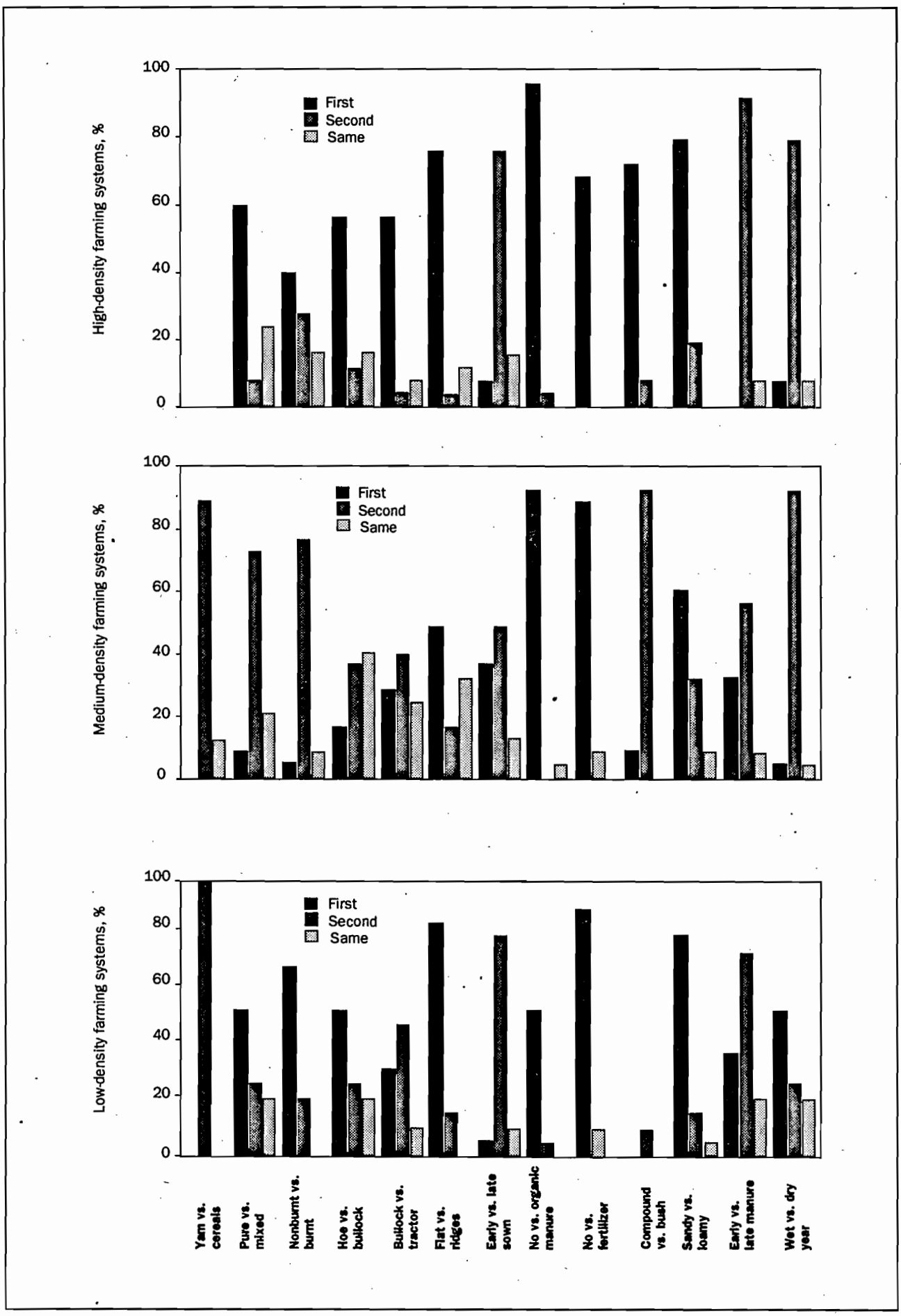


Figure 1. *Farmers' perceptions of the impact of agronomic practices on the incidence of* Striga, *Ghana (1993).*

fluctuating natural conditions. Another important factor is the nutritional status of the host plant (Patterson 1987; Gworgwor 1993; Vogt 1993). When the cereal plants are nourished well, the damaging effects of *Striga* are reduced, and conditions become unfavorable for seed propagation. The stage of development at which *Striga* attacks the roots of the host plant is also critical. The later it occurs, the lower is the probability that *Striga* will penetrate the roots and hence damage to the crop is minimized (Berner et al 1994).

Farmers' activities include crop cultivation, livestock husbandry, and off-farm activities. Farmers in the low and medium population density system receive most of their income from crop cultivation. In the high population density system, off-farm activities contribute considerably to family income (Runge-Metzger, 1993a).

Farming practices are of particular interest as they may have direct effects on the *Striga* population. Fallowing, which is practiced to a considerable extent only in the low density system, helps suppress *Striga*. However, the high abundance of *Striga* even in these areas reveals the limitations of this practice. In all three farming systems, cereals, which are largely planted as intercrops, provide the major staple foodstuff. Hence 83%, 77%, and 78% of the areas of the three systems, respectively, are cultivated with host plants of *Striga* (Table 2). This has considerable positive impact on the propagation of *Striga*, particularly, in the high-density areas where cereals are grown permanently on the fields close to the homesteads (compound fields). In general, weeding is performed two or three times, but mostly before the emergence of *Striga*, which is rarely handpulled. During harvesting, cereal seeds inevitably come into contact with the soil. Thus, cereal seeds harvested from *Striga*-infested fields are almost inevitably infected with Striga seeds.

Relatively small amounts of organic manure and mineral fertilizers are used (Table 3). In fact, nutrients are redistributed from the bush fields to the compound fields due to traditional cropping practices. Hence the soil fertility of the bush fields is constantly being eroded.

Farmers reported very few *Striga* management methods developed indigenously. The application of organic manure, particularly groundnut shells, to infested spots was one measure mentioned by several farmers. Replacement of sensitive crops by less susceptible crop species (*eg*, millet in place of sorghum) in areas of medium population density, and fallowing were the main methods used to minimize losses due to *Striga*.

Striga has not, until now, been a central issue for the government extension service. Introduction of the T&V system causes the official extension service to work mainly with blanket recommendations. Blanket messages may not always be appropriate for the socioeconomic and agroecological circumstances of individual households. Furthermore, the limited numbers of staff extension officers work with only very few contact farmers, often so called 'progressive' farmers belonging to the small group of resource-rich farmers in village terms. *Striga* control has no place in the extension work of private agencies (*ie*, cotton companies with networks of field assistants). Generally, it cannot be expected that the activities of extension services in northern Ghana have a measurable impact on the control of *Striga* at regional level.

Table 2. Summary of indigenous farming practices in three farming systems, Ghana.

	Low	Medium	High	Source
Fallowing	+++	+		a
Crop residues	Burnt	Fuel	Fuel, fodder	a
Organic manure		++	+++	a
Weeding	2–3 times	2–3 times	2–3 times	a
Intercropping	60%	79%	48%	b
Proportion of cereals in crop rotation	83%	77%	78%	b
Fertilizer use:				a
users (%)	42	68		
nitrogen (kg)	15	19		
phosphorus (kg)	10	9		
Herbicide use		12 %		a

Table 3. Outputs and impacts on *Striga* of the activities of various actors; Ghana.

Actors	Activities	Outputs	Impacts on *Striga* population
Government	Agricultural policies: liberalization	Increased product prices	+
		Increased fertilizer prices	(+)
		Increased pesticide prices	(+)
		Privatized cotton industry	+
Scientists	Research	Knowledge of *Striga* biology Abundance, tested control measures	- (if applied)
Extension workers	Extension	Increased know-how of clients	- (if applied)
Farmers	Crop cultivation, animal husbandry Household activities, Off-farm activities	Food, cash, animals	Table 2

Research activities concerning *Striga* date back to the 1930s (Timson 1929; Carson 1989; Eplee 1987; Ogborn 1987; Sauerborn 1991b; Gworgwor 1993; Vogt 1993). The know-how that constitutes the research output covers three aspects: biology of the parasite, monitoring of the abundance of the parasite in the region, and development and testing of control measures.

Knowledge of *Striga* biology has expanded rapidly. The following major biological features are of particular importance in the design of effective control strategies. Firstly, it is assumed that seeds stay in the soil for a long time; hence control measures have to be applied persistently over relatively long periods of time to prevent the reestablishment of *Striga* populations. Secondly, each *Striga* plant produces large numbers of seeds, which are mostly distributed via cereal seeds. Thirdly, the major damage occurs before the emergence of *Striga* plants. Finally, as mentioned earlier, the damage is extremely variable.

With respect to monitoring, various field studies have been conducted: by Sauerborn and Vogel in 1988 (Sauerborn 1991b; Vogel 1993), by Sprich and Schellinger in 1992 (Sprich 1993), by Runge-Metzger in August/September 1993 (Runge-Metzger 1993b), and by Albert in October/November 1993. Various methods have been employed to estimate the magnitude of infestation and the yield losses. The results of the different surveys vary greatly, which possibly reflects the high intertemporal and spatial variability of the emergence of *Striga* (Runge-Metzger 1993b). The last survey (October/November 1993) was conducted to identify the regional distribution of *Striga*. The different degrees of infestation in different districts are depicted in Figure 2. With the exception of the southwestern districts, the levels of infestation are generally high. However, as none of the districts are free of *Striga*, the potential danger of infestation and reinfestation is omnipresent.

Research efforts must focus on developing effective methods to control *Striga*. Part of the process aims to improve understanding as to why methods developed in the past have not been accepted by farmers in northern Ghana. Hence, existing methods and their acceptability were discussed with farmers in the study area in August/September 1993. Tested control strategies in northern Ghana to be recommended include late weeding and burning of roots, regular hand-pulling, herbicide application, high nitrogen rates, heavy applications of organic manure, transplanting, sole cropping and crop rotation, catch cropping, and *Striga*-tolerant varieties.

Figure 3 shows that, overall, measures involving no cash expenses and only requiring increased labor input are the most acceptable.

Economic analysis has to be limited to identification of the costs of the various control methods because long-term trends of on-farm yields are still unknown. Investment

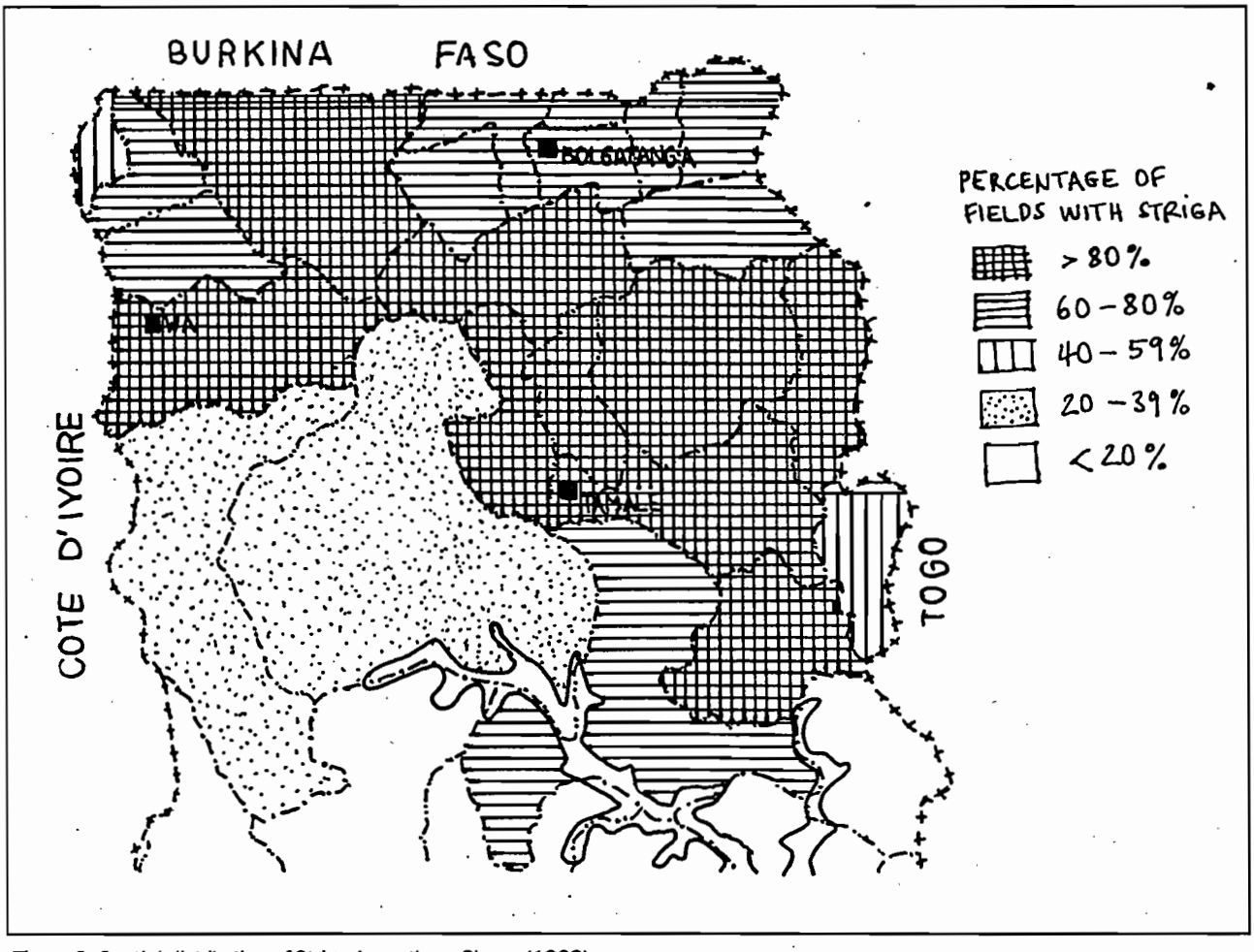


Figure 2. *Spatial distribution of* Striga *in northern Ghana (1993).*

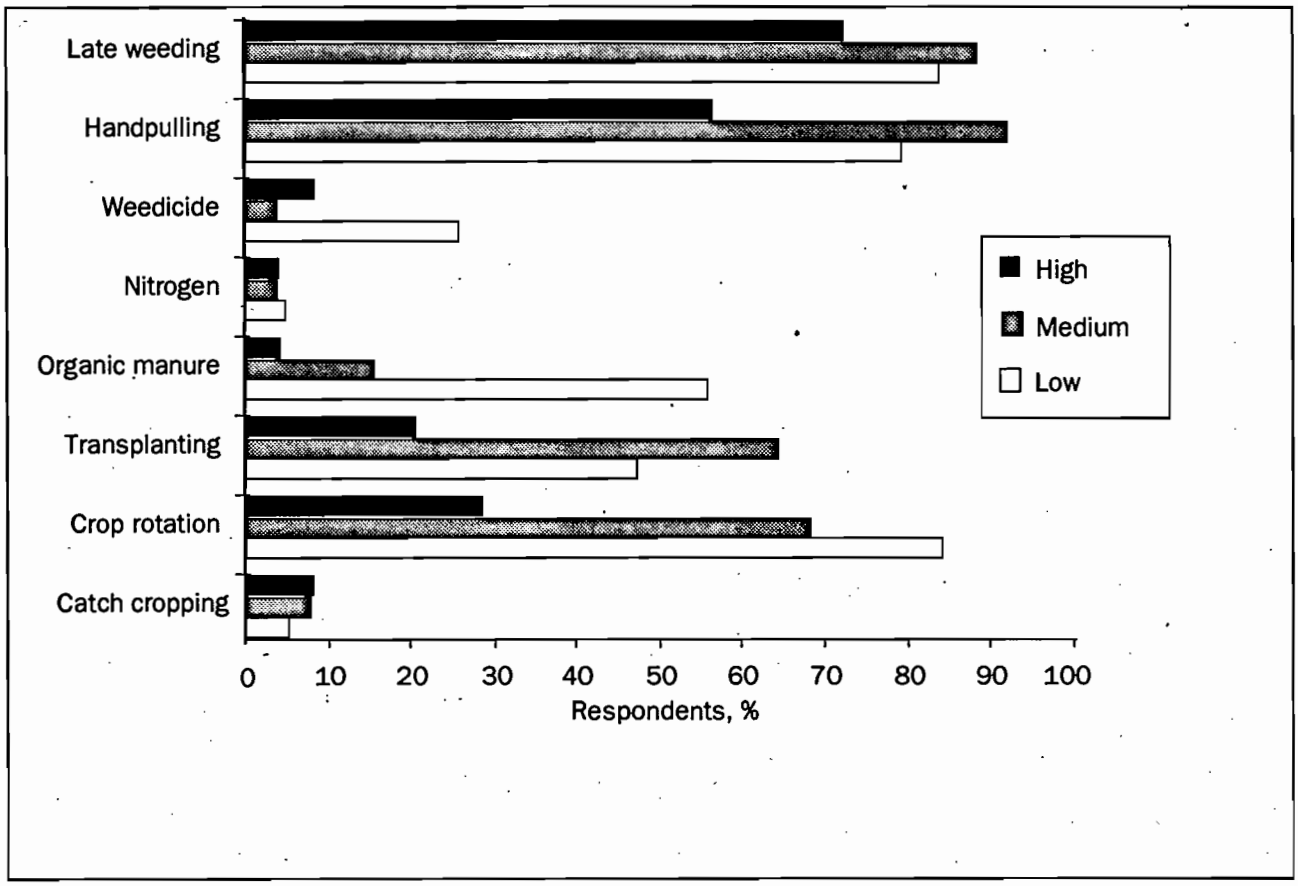


Figure 3. *Impact of* Striga *control measures and farming systems on acceptability, Ghana (1993).*

analysis is used to determine the necessary annual yield increments in order to break even over 10 years. Two discount rates were considered (10% and 20%) in order to show the impact of different time preferences. It is generally assumed that higher discount rates reflect the preferences of poorer households. Table 4 shows that, with the exception of catch cropping, the annual yield increments required to break even with the additional costs are generally not very high. It appears that high costs cannot explain the low adoption rate of most of these *Striga* control measures unless farmers believe the control methods to be entirely ineffective.

Other control methods were discussed: application of 80 kg/ha of nitrogen, application of organic manure; introduction of crop rotation; transplanting, and new seed varieties.

The cost of nitrogen fertilizer has risen so much that an additional 761 kg/ha of maize must harvested to break even. This represents an average physical return of 9.7 kg of grain per kg of nitrogen, which, according to earlier on-farm surveys, is an unrealistic target (Runge-Metzger 1991).

Most households do not have access to the required amounts of organic manure. When manure is available, transport costs are prohibitively high—5 t/ha of organic manure require 143 bicycle trips—unless farmers have access to a tractor trailer.

Possible impacts of crop rotation were also discussed with farmers and were quantified employing a comparative static farm model (Runge-Metzger 1993c). The major results were as follows.

- Most farmers are extremely reluctant to adopt crop rotation because of the complexity of the required reorganization of the cropping system, even although risk is generally not increased (Peter, Runge-Metzger 1994).
- Self-sufficiency in the major cereal staple food is at risk, particularly in the high—and medium—density areas. In the area of low population density, this will probably only be a problem during drought years, because in normal years

Table 4. Impact of control method on incremental break-even yield, Ghana.

Control	Annual yield increment (%)		Yield difference in year 10 (%)	
	10% discount	20% discount	10% discount	20% discount
Regular monitoring	10	12.2	90	109
Late weeding	11	13.5	100	120
Handpulling	22.1	30.1	198	271
Spot application of herbicides	26.9	36.6	242	329
Catch cropping[a]	308	424	308	424

a. Instead of a gradual yield increase, the full impact on crop yield is already achieved in the first year after application and remains constant over the entire 10 year period.

the cereal harvest usually exceeds the minimum food requirements of the family.

Furthermore, it is difficult to estimate the aggregate effects should reorganization of the cropping systems be promoted regionwide. At present, desired crops such as soya bean and cotton are cultivated on a highly restricted proportion of the cropped area (less than 0.5% and 3%, respectively) (PPMED 1993). Assessment of the absorption capacity of markets for soya bean and cotton reveals that other bottlenecks, namely cotton quality and absence of marketing channels for soya bean, may limit the further spread of these crops in the short and medium term.

The major government activity that affects *Striga* indirectly is the formulation of agricultural policy, which was characterized by decades of central planning until 1983. For crops grown in the north, prices have been subjected to increasing liberalization since 1984. However, one devastating impact of earlier price distortions was the complete breakdown of the cotton industry in the study region. Its adverse effects probably encouraged the further spread of *Striga*. Subsidies on input price, in particular on fertilizer and pesticides, were removed gradually until the early 1990s. Previously, the costs of transportation of inputs and products to and from remote areas had been borne mainly by the government. Since the early 1990s, the retail marketing of fertilizer has been entirely privatized. Simultaneously, fertilizer to crop price ratios have increased dramatically. Theoretically, such an increase results in lower optimum rates of fertilizer application. However, before liberalization, farmers were faced with several other nonprice barriers such as fertilizer rationing, which generally lead to low actual application rates. The net effect of the various agricultural policy changes on soil fertility and, eventually, on *Striga* is not yet entirely clear.

Constraints

One of the major constraints to successful *Striga* control appears to be lack of understanding of the relatively complex biology of the weed. Adoption of control measures at farm household level is generally constrained by discrepancies in farmers' and scientists' knowledge. Therefore, farming practices, and particularly the high proportion of cereals in the crop rotation, largely favor the propagation of *Striga*. Furthermore, farmers have not developed an active strategy to solve the *Striga* problem. In principle, indigenous control methods predominantly rely on replacing susceptible species by nonsusceptible plants to minimize crop losses, and are not primarily aimed at reducing the seed bank.

Farmers' limited awareness of the complexities of the biology of *Striga* could be one reason for limited adoption of the control measures developed to date. These control methods are certainly not effective against the diseases that farmers—according to the results of interviews—also associated with *Striga*. Moreover, until the level of knowledge has been raised, farmers will continue to doubt the effectiveness of any control method. The situation is further aggravated by the facts that the emergence of *Striga* is highly variable and that successful reductions in the seed bank can only occur after considerable time delays.

As extension workers' knowledge is also limited, those strategies that are most appropriate in the context of individual farm households are rarely recommended. The introduction of complex technologies, notably crop rotation, is a difficult undertaking. This is particularly true in northern Ghana, where there is no practical experience at farm level of the management problems that will inevitably arise during the transitional period. In fact, the research agenda has not yet featured reorganization of an entire farm despite numerous years of crop rotation research in the region.

Although farmers are aware that improved soil fertility can help minimize damage from Striga, they actually do very little to achieve this. Hence, the poverty of the majority of farm households results in soil mining, and, consequently, in neglect of the interests of future generations.

Possible Further Interventions

Possible Solutions at Policy Level

The reintroduction of fertilizer subsidies will be relatively costly as it is difficult to target subsidies to specific areas and to the poorer segment of rural households. In contrast, it is very likely that subsidized fertilizer is redistributed to those areas and crops that are most responsive to fertilizer application. However, soil fertility management could basically be subsidized in view of the interests of future generations, but this would certainly require the financial assistance of the donor community.

Clearly, it is the responsibility of national governments to create and enforce national seed laws to restrict the movement of seed from infested to noninfested areas. Other justified policy interventions might include the provision of seed from clean stocks after droughts, and of subsidies on seed-dressing chemicals such as acetolactate synthase inhibitors (Berner et al 1984). Governments should aim to coordinate and support plant breeding efforts strictly at the regional level with the assistance of international centers for agricultural research.

Research Activities

At present, new control methods are being developed and refined, notably through seed treatment, use of pathogens, and plant breeding (Abbasher, Sauerborn 1992; Berner et al 1993; Soon-Kwoon, Adetimirin 1994). In addition, applied research at farm level is required for the introduction of complex agricultural innovations such as crop rotation. Another area of responsibility concerning extension and other departments of the Ministry of Food and Agriculture is the creation of a regional database resembling a geographical information system to monitor the success of *Striga* control efforts.

Extension Service

Intensive farmer training is the key to improved *Striga* control. However, as manpower is limited, other government services (*eg*, primary and adult education, preventive health programs, crop services department, plant protection and

regulatory services, seed growers' association) must also be included in these activities. Furthermore, there is still scope for improved coordination within the various extension agencies (*eg*, NGOs and cotton companies). But the first step is to train extension service staff and to develop appropriate training materials in collaboration with scientists, extension workers, and farmers. There appears to be no justification for concentrating efforts on regional hot spots, where the high variability in the occurrence of Striga reflects a high risk of reinfestation.

Farm Level

Understanding of *Striga* biology is essential and, consequently, training of all farmers on a regional scale is urgently required. In particular, farmers' awareness of the implications of their harvesting practices must be raised. In combination with government measures to limit the distribution of infested seeds, these measures should arrest the spatial spread of seeds. Furthermore, efforts to control *Striga* on the infested fields should preferably be conducted at the community level. Farmers should be permitted to select the options to control *Striga* best fitted to their individual circumstances. The success of efforts should be monitored by community institutions. For instance, traditional land custodians and elders assisted by the extension service could be involved in community *Striga* monitoring activities, which would become the basis of a structure for larger scale monitoring of natural resources.

Acknowledgement

This research was funded by the Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), Eschborn, Germany.

References

Abbasher AA, Sauerborn J. 1992. Fusarium nygamei, a potential bioherbicide for *Striga hermonthica* control in Sorghum. Biological Control 2:291–296.

Baur H. 1992. Farming systems in northern Ghana. Wehingen, Germany: Particip GmbH.

Berner DK, Cardwell KF, Kim SK, Kling JG, Smith J, Weber GK. 1993. Some new developments in IITA's integrated approach to *Striga* research and control. Paper presented at the 3rd Pan-African *Striga* Control Network Workshop, 17–23 October 1993, Harare, Zimbabwe.

Berner DK, Ike FO, Aigbokhan EI. 1994. Some control measures for *Striga hermonthica* utilizing critical infection period on maize and sorghum. Paper presented at the 4th Eastern and Southern Africa Regional Maize Conference on Maize Research for Stress Environments, 28 March–1 April 1994, Harare, Zimbabwe.

Carson AG. 1989. Research and development of strategies for the control of *Striga hermonthica* in the Gambia. Pages 100–117 *in* Striga—improved management in Africa (Robson TO, Broad HR, eds.). Food and Agriculture Organization (FAO) Plant Production and Protection Paper 96. Rome, Italy: FAO.

Eplee RE. 1987. Chemical control of *Striga*. Pages 173–182 *in* Parasitic weeds in agriculture. Vol. 1: *Striga* (Musselman LJ, ed.). Boca Raton, FL, USA.

Food and Agriculture Organization (FAO). 1992. Agrostat. Rome, Italy: FAO.

Gworgwor NA. 1993. Studies on the biology and control of *Striga* species. Inaugural dissertation: Fachbereich Biologie, Philipps-Universität, Marburg, Germany.

Honisch M. 1989. Untersuchungen zur Verbreitung und Bedeutung von *Striga hermonthica* (Del.) Benth. in sorghumgeprägten Produktionssystemen Togos. Diplomarbeit: Universität Hohenheim, Germany.

Ogborn JEA. 1987. *Striga* control under peasant farming conditions. Pages 145–158 *in* Parasitic weeds in agriculture. Vol. 1: *Striga* (Musselman LJ, ed.). Boca Raton, FL, USA.

Patterson DT. 1987. Environmental factors affecting witchweed growth and development. Pages 27–44 *in* Parasitic weeds in agriculture. Vol. 1: *Striga* (Musselman LJ, ed.). Boca Raton, FL, USA.

Peter G, Runge-Metzger A. 1994. Mono-, intercropping or crop rotation? An economic case study from the West African Guinea savannah with special reference to risk. Agricultural systems. (In press)

PPMED. 1993. Annual sample survey of agriculture, Ghana, 1992. Accra, Ghana: Policy Planning Monitoring and Evaluation Department, Ministry of Agriculture.

Robson TO, Broad HR (eds.). 1989. *Striga*—improved management in Africa. Food and Agriculture organization (FAO) Plant Production and Protection Paper 96. Rome, Italy: FAO.

Runge-Metzger A. 1991. Entscheidungskalküle kleinbäuerlicher Betriebs-Haushalte in bezug auf die Wirtschaftlichkeit und Akzeptanz ausgewählter landwirtschaftlicher Innovationen: Studie in den Upper Regions von Ghana. Kiel, Germany: Vauk Verlag. 321 pp.

Runge-Metzger A. 1993a. Farm household systems in northern Ghana. Pages 31–249 *in* Farm household systems in northern Ghana—a case study in farming systems oriented research for the development of improved cropping systems (Runge-Metzger A, Diehl L, eds.). Nyankpala Research Report No. 9. Weikersheim: Margraf Scientific Publishers.

Runge-Metzger A. 1993b. The economics of *Striga* control in different farming systems in northern Ghana. Final report. Supra regional project Ecology and Management of Parasitic Weeds. Eschborn/Hohenheim, Germany: GTZ/Universität Hohenheim. 51 pp.

Runge-Metzger A. 1993c. Northern Ghana farm model (3.0). Göttingen, Germany: Institute of Agricultural Economics, Georg-August-University.

Sauerborn J. 1991a. Parasitic flowering plants—ecology and management. Weikersheim: Margraf Scientific Publishers.

Sauerborn J. 1991b. Economic importance of the phytoparasites Orobanche and *Striga*. Paper presented at the 5th International Symposium on Parasitic Weeds, 24–30 June 1991, Nairobi, Kenya.

Smith J, Weber GK. 1993. Strategic research in heterogenous mandate areas: an example from the West African savanna. *In* Agricultural technology: policy issues for the international community (Anderson J, ed.). CAB International. (In press)

Soon-Kwon K, Adetimirin V.O. 1994. Tolerance and resistance of maize to *Striga hermonthica* and *Striga asiatica*. Paper presented at the 4th Eastern and Southern Africa Regional Maize Conference on Maize Research for Stress Environments, 28 March–1 April 1994, Harare, Zimbabwe.

Sprich H. 1993. Bedeutung der Fruchtfolge zur Ertragssicherung in getreidebetonten Produktionssystemen der Guinea-Savanne unter besonderer Berücksichtigung des parasitischen Unkrautes *Striga hermonthica* (Del.) Benth. Überregionales Projekt Ökologie und Management parasitischer Unkräuter. GTZ/Universität Hohenheim, Abschlussbericht. 139 pp.

Statistical Services. 1989. 1984 Population census of Ghana. The Gazetteer. Vols. 1 and 2. Accra, Ghana: Statistical Services.

Timson SD. 1929. Witch weed: methods of control. The Rhodesia Agricultural Journal 26:1103–1109.

Vogt W. 1993. Entwicklung der Wirt/Parasit-Beziehung Sorghum bicolor/*Striga hermonthica* unter dem Einfluss verschiedener Stickstofformen und Standortsfaktoren. PLITS 11(3). Hohenheim, Germany: Institut für Pflanzenproduktion in den Tropen und Subtropen.

Underexploited Tree Crops: Components of Productive and More Sustainable Farming Systems

Robert Moss
14 Jelf Road, London, UK SW2 1BH

Abstract

Only a small portion of the world's food is derived from tree crops. It is believed that greater integration of trees into farming systems could contribute towards achieving sustainable land use. Increasing the number of tree crops through domestication of underexploited tree crops (UETCs) would increase the scope for integration of trees into agricultural systems. A case study involving assessment of wild fruit and nut trees in an area of Gabon is described. Twenty-two species of varying importance were listed by local people. Two species, Irvingia gabonensis *and* Baillonella toxisperma, *were found to have potential meriting development intervention. The main constraint to increased production of* I. gabonensis *is the slow maturation of the trees, a disincentive to farmers to plant. The inefficient traditional oil extraction process has contributed to the displacement of* B. toxisperma *as an oil crop, despite its high value. Farming systems researchers often overlook UETCs. The fact that this subject falls between academic disciplines and is rarely studied by agriculturists is discussed. Constraints to developing UETCs may relate as often to marketing or processing as to production. Vegetative propagation combined with in-situ screening of wild populations should lead to rapid productivity gains. Criteria for selection must be carefully considered. Policymakers and research planners need to be more aware of the potential of UETCs, while researchers need to seek methods that accelerate development.*

Résumé

Sous-exploitation arboricole : des éléments pour des systèmes de production plus productifs et durables

*Seule une faible partie des produits alimentaires mondiaux provient de l'arboriculture. On estime qu'une plus forte intégration des arbres dans les systèmes de production pourrait contribuer à une meilleure exploitation du sol. La mise en culture d'un plus grand nombre d'arbres, jusque-là sous-exploités (*Underexploited tree crops, *UETC), permettrait d'intégrer plus largement les arbres dans les systèmes agricoles. Nous présentons une étude menée au Gabon sur les fruits sauvages et les noisetiers. Les Gabonais ont recensé 22 espèces d'arbres, dont deux,* Irvingia gabonesis *et* Baillonella toxisperma, *qui méritent d'être développées. Le principal obstacle à l'accroissement de la production d'*Irvingia gabonesis *est la productivité tardive des arbres, qui n'encourage pas les paysans à planter. Le faible rendement de la méthode traditionnelle utilisée pour l'extraction de l'huile est l'une des principales causes de la dépréciation de* Baillonella toxisperma *en tant que plante oléagineuse, malgré sa grande valeur. Les UETC, parce qu'ils échappent aux disciplines universitaires, suscitent peu d'intérêt parmi les chercheurs travaillant sur les systèmes de production et les ingénieurs agronomes. Les principaux obstacles au développement de ces cultures sont aussi souvent rattachés à des problèmes de marketing ou de transformation qu'à des problèmes de production. Une propagation végétative associée à un recensement* in-situ *des populations sauvages peut amener à une rapide augmentation de la productivité. Les critères de sélection doivent être soigneusement examinés. Les responsables et les planificateurs en matière de recherche doivent être mieux informés des possibilités des UETC. Les scientifiques doivent rechercher des méthodes stimulant le développement.*

Introduction

Prior to the origin and spread of agriculture, most of the temperate and tropical areas of the world now used for farming were covered with trees. Hunter gatherers have always relied on a wide range of plant species for their needs. These typically included a large number of tree

products (eg, Hladik et al 1990). Prehistoric development of agriculture, however, was mostly led by the domestication of annual crops, particularly cereals and root crops, rather than by intensified use of trees (Cowan, Watson 1992). Today only a small portion of world food is derived from trees. One study that analyzed data on plant foods in 146 countries showed that 103 plant species accounted for 90% of food; of these, only 29 were woody perennial crops. In only 38 cases did any single tree species account for 5% or more of the national calorie intake (19, 11, and 5 cases for coconut, oil palm, and grapes, respectively), compared with 587 cases for other categories of food plant (Prescott-Allen, Prescott-Allen 1990). Although these figures may understate the variety of tree products that are used (statistics do not exist for many locally important nontimber forest products), they demonstrate the extent to which agriculture is dominated by annual crop production. One of the few comparative assessments that compares woody perennial and annual crops is that of Cannell (1989); it suggests that trees can yield as much as or more than annual crops. The limited emphasis on tree crops in modern agriculture is therefore due to constraints other than potential productivity.

Increased cropping intensity risks soil degradation and reduction of production potential. The development of land-use systems where soils are protected is an important goal of the more sustainable agricultural systems. Agroforestry has long been regarded as one system that can enhance sustainability (Bene et al 1977); in recent years, considerable effort has been made in agroforestry in attempts to develop alley cropping systems, which use trees to help sustain soil fertility and yields in essentially annual crop oriented systems. However, alley cropping has been only a limited success in terms of farmer adoption, and some observers question whether this system will have much impact in the future (Sumberg, Okali 1988). An alternative paradigm for agroforestry is for greater emphasis on trees as primary economic producers within mixed systems. However, there are relatively few tree species (compared with annual crops) that have been well researched and developed by agricultural science. Expansion of the range of tree crops would increase opportunities for enhancing the integration of productive trees into agricultural systems. The many wild or extensively managed underexploited tree crops (UETCs) that produce locally valued commodities are a source of new species for domestication. High genetic variability means that usually only a fraction of the potential yields of wild tree species is achieved. However, although annual crops can be selected rapidly over many generations by farmers and researchers, selection to improve tree yields is much slower and more expensive. The long-term nature and high cost of tree improvement are therefore factors that discourage investment in tree crop research and development.

This paper presents the results of a short study in which the wild fruit and nut species used by the Fang people of northern Gabon were assessed, and discusses the potential of two species as new crops for the area. The lack of emphasis placed on UETCs by farming systems researchers is noted, and constraints to production, vegetative propagation and in-situ selection are discussed.

Assessing Wild Fruit and Nut Trees in Northern Gabon: A Case Study

The study aimed to assess opportunities for promoting income generation from uncultivated fruit and nut species found in villages around Bitam in northern Gabon. The objective was not to carry out an ethnobotanic study, but to focus on the main food producing trees and to assess which, if any, had potential as subjects for development interventions by the Institut Gabonais d'Appui au Développement (IGAD), which has committed resources to agroforestry development in the area.

Method

Field work consisted of interviews with the groups of villagers or individuals, particularly women, most involved in gathering activities. The first objective of the interviews was to compile a list of wild or semi-wild fruit and nut trees used in the area and to gather general information about the various species.

Initially, it was intended to use semistructured interviews with individuals to obtain rough estimates of the amounts of different fruits and nuts used by a typical women gatherer, the amounts sold, etc. Women collect fruits on the way to and from other activity locations. Total production varies considerably between years, and many trees do not produce at all in some years. It became apparent that the activity of gathering from wild trees is so irregular that attempts to gauge reliably production per woman per year, or production per tree were futile.

Simple ranking exercises also proved difficult due to the length of the list of species. To solve this problem, a questionnaire was developed, which had a series of simple questions requiring a yes/no response for each species: Was it gathered last year? Was it sold? Is it ever planted? The final version was used on a small sample of 15 women (extensive pretesting and improvements to the questionnaire left little time for the survey itself; however, results were highly consistent with the informal data gathered and were also remarkably consistent between respondents). The data were compiled and the species were ranked in terms of amount harvested (Figure 1).

Species identification

It is important to identify the scientific names of species in order to refer to literature on the subject. Whenever possible, leaf bark and fruit samples were collected and taken to the national herbarium for identification. For some species, for which samples were insufficient or inadequate, identification had not been completed by the end of the study. (For species for which the scientific name was unknown, vernacular names were applied.) After completion of the field work, literature searches were carried out for identified species using scientific names as key words.

Assessing development potential

Once the various species had been identified and their local importance ranked, all information available from various sources (from farmers and market traders, published data, etc) was used to select those species for which a

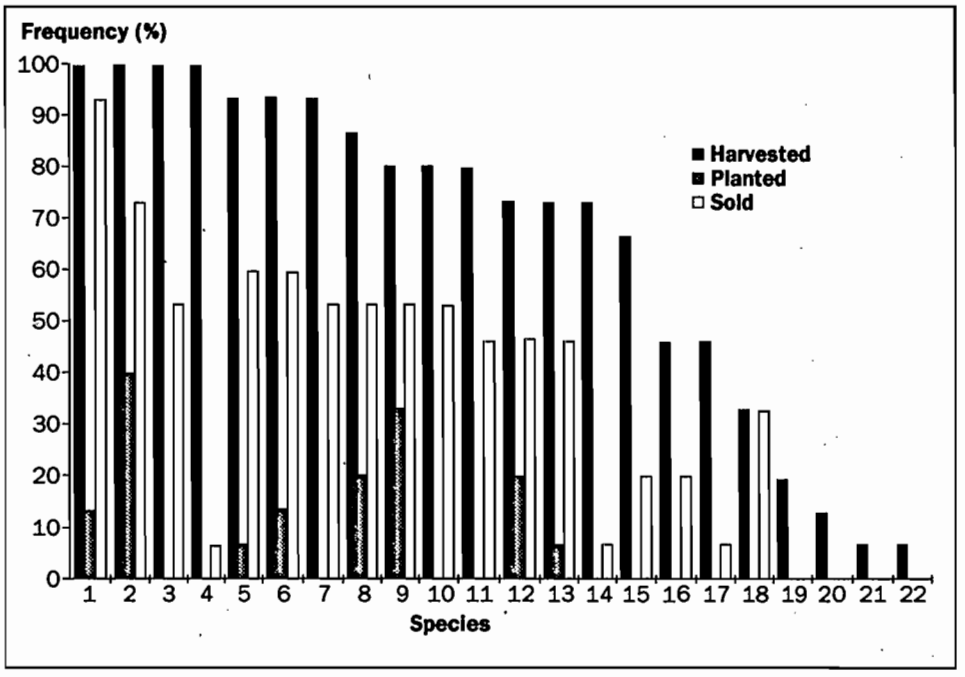


Figure 1. *Information gathered from a survey of 15 women gatherers, northern Gabon. Key: 1,* Elaeis guineensis*; 2,* Irvingia gabonensis*; 3,* Dacroydes macrophylla*; 4,* Raphia *spp.; 5,* Gambeya lacourtiana*; 6,* Pseudospondias microcarpa*; 7,* Coula edulis*; 8, Ngov'yey; 9,* Tricoscypha acuminata*; 10,* Anonidium mannii*; 11,* Cola *spp.; 12,* Baillonella toxisperma*; 13,* Dacroydes buttnerii*; 14,* Antrocaryon klaineanum*; 15, Aboro'so; 16, Engong; 17,* Desbordesia glaucesens*; 18,* Pentaclethra macrophylla*; 19,* Memina koko'o*; 20, Akora; 21,* Panda oleosa*; 22,* Poga oleosa.

modest development intervention could improve economic exploitation by farmers.

Oil palm (*Elaeis guineensis*) was by far the most important species, with every family regularly consuming its products. Palms are seldom planted, and propagation is by seed dispersed by animals or people. In some areas of secondary forest, the density of palms is so high that farmers must thin the forest to create enough space for annual crops; no small-scale opportunities for developing palm oil production were apparent. Many of the listed species (Figure 1) have soft, easily perishable fruits; for these, it is difficult to envisage how production could be expanded without a practical means of promoting wider marketing through some form of processing. Cola (*Cola* spp.), bush mango (*Irvingia gabonensis*), African walnut (*Coula edulis*), and mimusops (*Baillonella toxisperma*) are other species providing easily stored and transported commodities. *Poga oleosa* and *Panda oleosa* also produce highly palatable oil-rich nuts, but although these are important in other parts of Gabon, they are of minimal importance in the study area. It was concluded that bush mango and mimusops presented the best opportunities for development interventions.

Bush mango

The fruit of the bush mango contains kernel with a fat content of 72% (Okafor, Okolo 1974). Crushed or grated dried kernel (odika) is used as a mucilaginous thickener for soups and stews. Kernels can be processed into solid blocks of odika, which can be stored for up to two years. It is an important commodity from the Côte d'Ivoire to the Congo and is traded in large quantities throughout Gabon. In Libreville, prices are high—a sack of (approximately) 100 kg was selling at a wholesale price of CFAfr100 000 (US$76.0) in February 1994. Market survey data collected by IGAD show that retail prices in Libreville averaged CFAfr2316 (US$1.75)/kg in 1993. In February 1994, retail prices were CFAfr2000 (US$1.51)/kg in Bitam. These prices compare with a farm gate buying price for dried cocoa beans of CFAfr250–300 (US$0.19–0.23)/kg. Gabon is a deficit producer of odika and high prices have resulted in vigorous cross-border trade from Cameroon. There are no government statistics that quantify this trade, although discussions in the markets suggest that it is expanding rapidly.

All production comes from extensively exploited semi-wild populations of trees. Every tree is the property of a particular family. Not surprisingly, because of the high prices, farmers are interested in planting additional trees; 40% of respondents claimed to have planted bush mango in the past (though 'planting' often means the occasional repositioning of spontaneous seedlings). A major constraint to cultivation stated by the farmers is that it can take up to 15 years before a tree starts to bear fruit. However, work in Nigeria has shown that when bud is grafted from physiologically mature parent trees, seedlings can begin fruiting after only 2–4 years (Okafor 1989).

The lack of a high-value cash crop in the farming system around Bitam has been noted (Delpech et al 1993), and the introduction of bud-grafted seedlings would allow farmers to cultivate bush mango as a profitable cash crop, assuming that farm gate prices remained high. Unlike the introduction of more conventional cash crops such as cocoa, there is no need for the government to create a marketing system, as an effective informal system already exists. In addition, the entire population is already familiar with processing methods, hence little extension is required. Farmers are eager to have access to bud-grafted seedlings. It has been recommended that the progress of work on bush mango propagation in Nigeria and elsewhere should be reviewed and the technology transferred to the IGAD project in Gabon.

Mimusops

The main traditional use for mimusops is for the production of an edible fat or oil from the seeds. The oil is highly appreciated and is considered of higher quality than other vegetable oils. It is also used as a medicine against rheumatism (Walker, Sillons 1961). Old informants in the villages claimed that, before the introduction of peanuts,

mimusops was an important source of quality vegetable oil for the Fang people.

The traditional method for extraction of oil from the inedible pulp (observed during the study) involves a process of manual grinding, heating, and expulsion of the oil through sacking. This method is very time consuming, and extraction rates appeared low. Mimusops oil is prepared only in small volumes by older women, used to this task since childhood. The difficulties involved in processing were repeatedly cited by villagers as the key reason for the decline in the production of mimusops oil.

Very little mimusops oil is marketed and prices are variable. However, most is sold for at least CFAfr3000 (US$3.3)/L compared with CFAfr995 (US$0.75)/L for peanut oil. Oil sold in 5 cL bottles as medicine receives as much as CFAfr20 000 (US$15.1)/L. It is well known that mimusops is a high-value export timber species: 55 884 m^3 were exported from Gabon in 1987 at an average price of CFAfr60 000 (US$91)/$m^3$ (Wilks 1990). Due to its high-value oil and timber, mimusops ought to be a valuable economic species. However, government-sanctioned logging has diminished tree populations in many areas and there is no effort to replant.

Respondents explained that mimusops seed often goes uncollected despite high oil prices, because of the laborious nature of traditional processing. However, this process, which involves pounding, heating, and pressing, is one that could be easily mechanized using improvised, locally made equipment. Interviewees said that if the kernels collected a good price, villagers would be encouraged to resume gathering, even from trees deep in the forest. It has therefore been recommended that a pilot buying and processing scheme should be initiated, with the ultimate objective of setting up individual entrepreneurs, or perhaps village groups, to buy and process the seeds themselves. If this were successful, the next stage would be to look at the constraints involved in cultivating mimusops as an oil seed crop. There is no current research in Gabon on the use of mimusops as oil seed.

Farming Systems Studies and UETC Development

The study described above was conducted in the same area as a multidisciplinary study carried out by a team of agricultural scientists participating in a course run by the International Centre for Development Oriented Research in Agriculture (ICRA, The Netherlands) (Delpech et al 1993). Their report describes the area's farming system and mentions the importance of gathering wild foods, but the study did not investigate constraints and opportunities for system development. The report points out that the farming system lacked a viable cash crop; clearly,had information been available on the bud grafting of bush mango, and had more time been spent investigating the production and trade of odika, the team may have considered recommending the production of grafted seedlings as a development intervention.

Another ICRA study provides a second example. In this study, the author acted as team leader and tutor in the Hadejia Jama'are flood plain in the arid zone of northern Nigeria (Amans et al 1992). No mention was made of wild-tree products, with the exception of fuelwood. During a later visit to the same area, a chance encounter with a trader specializing in the marketing of dried baobab leaves (*Adansonia digitata*) revealed this commodity to be an important high-value product of the flood plain. Rough estimates suggest that the annual production of dried baobab leaves from a tree has much greater value than the production of cereals from an equivalent area. There is also a very large trade in dom palm (*Hyphaene thebaica*) leaves for mat and rope weaving. Bundles of leaves are transported out of the area in trucks. Efforts to quantify the overall productivity of the flood plain have included investigation of production from cultivated crops, fishing livestock, and firewood, but not from high-value nontimber tree products such as baobab leaves (Kimmage, Adams 1992). These examples from equatorial Gabon and the semi-arid Hadejia Jama'are valley illustrate how wild foods and UETCs are overlooked by agricultural researchers and planners in a range of environments.

These omissions, in otherwise competently executed studies, are typical of farming systems research in general, which tends to overlook wild food plants and concentrate on crops already familiar to agricultural scientists. The majority of researchers and policymakers, with a few notable exceptions (Scoone et al 1992), continue to overlook UETCs in diagnostic studies and appraisal exercises. This oversight limits funding for research and development on these species, despite the fact that UETCs and other categories of wild food plants may offer good opportunities for investment in development-oriented research.

Interdisciplinary Issues

Researchers' lack of awareness of farming systems does not mean that UETCs are entirely neglected. Indeed, studies on wild foods and ethnobotanic surveys are, if anything, a growth area for research. However, the field tends to be explored by conservationists, biologists, ethnobotanists, and foresters, rather than by agriculturists.

A review of the literature listed in the CAB CD-ROM database revealed that, of the 55 titles referring to the baobab, almost all were either botanical or ethnobotanical studies, analyses of the nutritive value of the fruit or leaves, or studies of the medicinal properties or browse value of the baobab. Only three papers referred to propagation or other aspects of production (Arum 1989; Esenowo 1991; Okafor 1980) and none of the abstracts provided any assessment of development potential. This lack of studies concerned with planning and implementing economic development interventions is typical of the literature on wild food plants. Botanical studies have for years pointed out the potential of various wild plants (eg, National Academy of Sciences 1979), but only very rarely are plant breeders and agronomists funded to realize this potential.

A further interdisciplinary issue concerning UETCs is the conflict and confusion that exists between the fields of forestry, agronomy, and agroforestry. Under which discipline do these crops fall? This question would not be important, except that it does lead to serious problems in the allocation of funding. This was highlighted during attempts to obtain

finance for a study of UETCs in the Hadejia Jama'are flood plain; forestry departments said that the study concerned agriculture, and vice versa. In fact, many studies of wild foods are funded through environmental projects or through conservation projects concerned with buffer zone agriculture around protected areas rather than by organizations mandated to promote agricultural development.

Constraints to UETC Production

Cannell (1989) points out that domestication of tree crops is not simply a question of agronomic and genetic improvement, but that problems of marketing, storage, and processing are often key constraints. One example of a traditional tree crop that has risen to become an important new cash crop is the ngali nut (*Canarium* spp.) found in the Solomon Islands. Underlying this success is the promotion of an export market and the simultaneous creation of a purchasing system alongside the existing parastatal buying system for cocoa and copra (Evans 1993).

Tree Improvement

Although increased production of a UETC can initially be based on intensified extraction from wild trees (eg, for ngali nuts and mimusops), for sustained long-term expansion in exploitation, increased cultivation is necessary. The easiest way to do this would be to grow trees from seed. However, for many tree crops (as for bush mango) there is a long period to first fruiting and farmers cannot wait decades for their first economic return. The example of bud grafting of bush mango demonstrates how precocity can be induced. Other species are more difficult to propagate, and a wide range of propagation techniques may need to be tested before a practical one is found (Aumeeruddy, Pinglo 1989). For ngali nuts, vegetative propagation using simple techniques has proved difficult and efforts are now underway to develop systems of propagation with laboratory tissue culture. The development of practical systems of vegetative propagation also allows clonal selection, which can accelerate crop improvement considerably.

Most tree species crosspollinate, which results in high genetic variation within a population. Thus a small percentage of individuals produce a disproportionate total yield. Where simple vegetative propagation techniques are available, trees can be selected from among wild populations. For bush mango, the technique of bud grafting combined with a survey of wild and semi-wild trees to select budwood donor trees should lead to a new generation of precocious and genetically superior trees that will produce within a few years. Long-term on-station improvement involving germplasm collections and assessment, although of possible importance for long-term strategic research, is unlikely to lead to short-term gains relevant to farmers.

For important UETCs, farmers usually know their own trees well. In Gabon, farmers can indicate which individual bush mango trees produce every year, which trees fruit early (when prices are higher), which produce large fruit, etc. This farmer knowledge can be used for tree selection. However, an important question for researchers is what variables can usefully be selected for from existing trees in forests and from farmland trees? Due to differences in tree size, it is not possible to use straight comparisons of tree yield. Even for trees of the same size, differences in soil fertility, competition with neighboring trees, the microclimate, and other environmental factors mask a tree's genetic potential. However, it may be possible to identify some characteristics that are largely independent of environmental influence yet which still reflect genetic potential. For example, the kernel weight of a sample of fruit taken from two bush mangoes was found on average to comprise only 14% of the dry weight of the whole fruit. However, there was a 25% difference in the kernel to whole-fruit dry weight ratio between the two subsamples. For some fruit species, ratios of fruit components (endosperm, shell, etc) are often constant within a variety (Harries 1981). Selection for high-percentage kernel weight is likely to contribute to higher yields independent of environmental influences. A critical area of study for workers involved in UETC development should therefore be the development of methods that accelerate research by focusing on how best to collect information on in-situ wild trees as the basis for selection and to work with local people in identifying superior trees.

Conclusion

Until the 1930s, the oil palm industry was largely confined to extensively managed semi-wild groves in West Africa (Purseglove 1972). Research and development has made this species the world's most productive source of vegetable oil. Undoubtedly, many UETCs have similar potential, but if this potential is to be realized, commitment to research and development is essential. The fact that tree-based cropping systems can be highly sustainable should be an incentive to funding agencies to promote the development of new tree crops.

For UETCs to become productive crops of the future, research planners need to put more effort into appraising their potential and policymakers should be made more aware of the potential gains associated with investment in the domestication of such species. Researchers must seek methods that accelerate research and speed impact at farm level, while avoiding long-term on-station trials.

Acknowledgment

I would like to thank the director and staff of the Institut Gabonais d'Appui au Développement for their support with the field work.

References

Ammans E, Cecilia C, La Cruz G, Masaoa A, Moss R, Schouten C. 1992. Analysis of the farming system in the Hadejia Jama'are floodplain of northern Nigeria. International Centre for Development Oriented Research in Agriculture (ICRA) Working Document Series 20. Wageningen, The Netherlands: ICRA. 107 pp.

Arum G. 1989. Wild foods of the Kenyan dry lands. Resources Nairobi 1(2):20–24.

Aumeeruddy Y, Pinglo F. 1989. Phytopractices in tropical regions: a preliminary survey of traditional improvement techniques. Paris, France: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO)/Man and the Bioshpere Programme. 71 pp.

Bene JG, Beall HW, Cote A. 1977. Trees, food and people: land management in the tropics. Ottawa, Canada: International Development Research Centre (IDRC).

Cannell MGR. 1989MGR.1989. Food crop potential of tropical trees. Experimental Agriculture 25:313–326.

Cowan CW, Watson PJ (eds.). 1992. The origins of agriculture: an international perspective. Washington, USA: Smithsonian Institution Press. 224 pp.

Delpech B, Flinter M, Hulshof M, Nasr N, Torreilles JC, Twagiramungu F. 1993. La production vivrière et la dynamique commerciale dans le département du Ntem, nord Gabon. International Centre for Development Oriented Research in Agriculture (ICRA) Working Document Series 32. Wageningen, The Netherlands: ICRA. 83 pp.

Esenowo GJ. 1991. Studies on germination of *Adansonia digitata* seeds. Journal of Agricultural Science 117:81–84.

Evans B. 1993. Canarium nuts—a new cash crop for the Solomon Islands. Tropical Forest Management Update 3(2):7–19.

Harries HC. 1981. Practical identification of coconut varieties. Oléagineux 36:63–72.

Hladik CM, Bahuchet S, de Garine I (eds.). 1990. Food and nutrition in the African rain forest: selected data form the research team in food anthropology. Paris, France: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO)/Man and the Bioshpere Programme. 96 pp.

Kimmage K, Adams WM. 1992. Wetland agricultural production and river basin development in the Hadejia-Jama'are valley, Nigeria. The Geographical Journal 158(1):1–12.

National Academy of Sciences. 1979. Tropical legumes: resources for the future. Report of the Advisory Committee on Technology Innovation. Washington, DC, USA: National AcademyAcadamy of Sciences. 331 pp.

Okafor JC. 1980. Trees for food and fodder in the savanna areas of Nigeria. International Tree Crops Journal 1(2/3):131-141.

Okafor JC. 1989. Feasibility study for Cross River National Parks Project, Nigeria: under the Sixth European Development Fund. Annex 2: agroforestry aspects. Unpublished internal report. 91 pp.

Okafor JC, Okolo HC. 1974. Potentialities of some indigenous fruit trees of Nigeria. Proceedings of the 5th Annual Conference of the Forestry Association of Nigeria, 1–6 December 1974, Jos, Nigeria.

Prescott-Allen R, Prescott-Allen C. 1990. How many plants feed the world? Conservation Biology 4(4):365–374.

Purseglove. 1972. Tropical crops. London, UK: Longmans.

Scoones I, Melnyk M, Pretty JN. The hidden harvest: wild foods and agricultural systems. A literature review and annotated bibliography. 1992. London, UK: International Institute for Environment and Development. 256 pp.

Sumberg J, Okali C. 1988. Farmers, on-farm research and the development of new technology. Experimental Agriculture 24(3):333–342.

Walker A, Sillans R. 1961. Les plantes utiles du Gabon. Paris, France: Editions Paul Lechevalier.

Wilks W. 1990. La conservation des ecosystèmes forestiers du Gabon. Gland, Switzerland, and Cambridge, UK: Union internationale pour la conservation de la nature (UICN). 215 pp.

Shifting Cultivation: Safeguarding the Natural Resource Base

Basnyat, Birendra Bir

Department of Agriculture Development, HMG, Nepal (Current address: Vakgroep Voorlichtingskunde, De Leeuwenborch, Hollandseweg 1, 6706 KN Wageningen, The Netherlands)

Abstract

Different types of shifting cultivation—khoria—*are practiced in the mid-hills of Nepal. These include* khoria *in the forest lands bordering private farms, and community-owned* khoria. *This study revealed two phenomena. Firstly, development workers from government and nongovernment organizations, and farmers perceive the relationship between* khoria *and natural-resource degradation differently. Secondly, in the past, peasant farmers began to practice* khoria *out of necessity to regulate the supply of food, fodder, and fuelwoods, and systematically to discourage and/or control haphazard cutting and burning of forests. However, in recent years, increased population pressure, declining productivity of permanently cultivated land, and deteriorating economic conditions of the people, etc, have not only contributed to the shortening of the fallow period, but also to the emergence of uncontrolled* khoria *in the forests. Hence, halting* khoria *through a blanket rule would not be a good solution to the problem. Rather, the consequences must be made visible to the farmers, alternatives must be provided, and the capacity of farmers to analyze problem situations and take actions themselves must be strengthened.*

Key words

*Shifting cultivation (*khoria *in Nepali), deforestation, natural resource base, community forestry, permanent agriculture.*

Résumé

Culture itinérante : sauvegarder les ressources naturelles

Différents types de culture itinérante — Khoria — *sont actuellement pratiqués dans les collines du Népal, notamment les* khorias *des zones forestières au bord de fermes privées et les* khorias *appartenant à la communauté. Cette étude a mis deux aspects en évidence. En premier lieu, les opérateurs du développement (organisations gouvernementales ou non gouvernementales) ne perçoivent pas les relations entre la* khoria *et la dégradation des ressources naturelles comme les fermiers. En deuxième lieu, les fermiers avaient adopté la* khoria *parce qu'ils avaient un besoin régulier de produits alimentaires, de fourrage et de bois de chauffage ; par conséquent, ils ont systématiquement découragé et/ou contrôlé le déboisement sauvage (par abattage ou par le feu). Mais l'accroissement de la population, la baisse de productivité des terres cultivées et l'aggravation des conditions économiques ont contribué à réduire la période de jachère tout en donnant naissance à une* khoria *incontrôlée dans les forêts. Par conséquent, bloquer la* khoria *en dissimulant le problème ne serait pas une bonne solution. Il vaut mieux que les fermiers se rendent compte des conséquences, trouvent d'autres solutions et renforcent leur capacité à analyser les problèmes en prenant eux-mêmes les mesures nécessaires.*

Introduction

A study on the unsustainability of agriculture focusing on the perceptions and responses of farmers, government organizations (GOs), and nongovernment organizations (NGOs) at the village level was conducted for the International Centre for Integrated Mountain Development (ICIMOD) during the first half of 1992. The results will also be referred to in the author's PhD thesis (analysis of knowledge systems for sustainable agriculture), which will be submitted to the Department of Communication and Innovation Studies, Wageningen Agricultural University, The Netherlands.

Interviews with government officials—Chief District Officer, Local Development Officer, Forest Officer, Agricultural Development Officer, and Soil and Water Conservation Officer—based in the district headquarters of Tanahu district, Nepal, included reference to the nature of agricultural problems faced by the farmers at present. Although interviews were conducted on a one-to-one basis, interestingly, all officials identified a type of shifting cultivation in which a large portion of steep forest is burnt for growing cereal crops in an interval of a few years (locally called *khoria* in Nepali) as the most serious problem. Externally, the cultivation of

cereal crops in a steep forest area where ploughing by bullock is impossible would seem to be a destructive action on the part of the farmers. Indeed, this is an important issue. Needless to say, in Nepal, forests are as integral a part of the farming systems as are arable land and livestock. Not surprisingly, many professionals do often warn the people, the government, and the donor agencies against increasing deforestation (Gilmour, Fisher 1992; Wallace 1988). Protection of forests against indiscriminate cutting and use has been a top priority for the government.

The shifting cultivation practice is often seen as one of the major factors contributing to the depletion of forest resources (Gradwohl, Greenberg 1988). This view is, however, questioned by Warner (1990). For Röling (1990), it is the shortening of the fallow period that is a problem rather than the shifting cultivation process. Clearly, shortening of the fallow period reduces the time available to restore soil fertility.

But the question is: why do farmers practice *khoria*? Why has the system survived if its effects are purely negative? Have farmers experienced any negative consequences of their actions? What has been done/is being done to build platforms and develop shared ideas about how to intervene and improve the system? In order to find some answers, an in-depth study of the practice of *khoria* (shifting cultivation) in two small villages of the mid-hills of Nepal was conducted; the findings are described in this paper.

Study Areas

The study was conducted in two small villages of Tanahu district, namely, Jhargaon (1410 masl) and Jaalbhanjyang (1600 masl) of the Bandipur and Deorali Village Development Committees (VDCs), respectively. Of the 106 households in Jhargaon, the majority were Gurung (87%.). In Jaalbhanjyang, the majority of the 43 households belonged to the Magar ethnic group (53.4%). At present, 92 (85%) households in Jhargaon and 15 (35%) households in Jaalbhanjyang practice *khoria*.

Research Method

This was an exploratory research for which data were collected using participatory learning techniques (Gill 1992) including direct field observation, focused group discussions, and interviews with key informants. Table 1 shows the distribution of respondents by *khoria* practice.

Table 1. Distribution of respondents by *khoria* practice, Nepal.

Village	No. practicing khoria	Nonpracticing	Total
Jhargaon	17	6	23
Jaalbhanjyang	8	13	21
Total	25	19	44

Shifting Cultivation in the Study Areas

In the mid-hills of western Nepal, the practice of *khoria* is very common. It is generally practiced on steep forest slopes where ploughing by bullock is not possible. Farmers practicing this type of cultivation live in permanent settlements and generally possess some permanently cultivated land. Legally, farmers have no right to farm the forest lands, but, in practice, they own it.

On *khoria* land, farmers grow some cereals such as maize (*Zea mays*), upland paddy (*Oryza sativa*), and finger millet (*Eleusine coracana*) for a season and leave the field fallow for 7–9 years. The following three types of shifting cultivation were found in the study areas: (a) *khoria* in the forest bordering private farms; (b) community *khoria*; and (c) uncontrolled *khoria*.

Khoria in the Forest Bordering Private Farms

In Jaalbhanjyang, local residents have a general understanding among themselves that farmers have the right to farm forest lands bordering their private farm (called *numbari jamin* in local terms). It is the capacity of the individual family (labor availability) and quality of forest that limit the extent of forest clearance for a season. It seems that other people in the area do not challenge this *khoria* right, even though the Forest Act of 1957 has explicitly discouraged this process. The evidence is that other farmers pay rent (called *nyaule* in local terms) to the person having the *khoria* right if they want to grow maize or other cereal crops for a season. In short, payment of *nyaule* implies acceptance of the concept of ownership of the forest land.

Community *Khoria*

In Jhargaon, unlike Jaalbhanjyang, local residents have set aside a large block of forests for *khoria* where almost each household in the village owns a piece of land. Of the 106 households in the village, approximately 14 households do not own lands for *khoria*. When asked why, representatives of these households replied that they were migrants to the village. Besides, they added, they can easily rent *khoria* should they wish by giving *nyaule* to the persons concerned. *Nyaule* is minimal, sometimes limited to a just few liters of wine. For these farmers, finding *khoria* land for a season is not a problem.

Uncontrolled *Khoria*

The third type of *khoria* is uncontrolled; here, some farmers slash and burn trees and plants in the forest to grow crops for 1–2 years and then move on to other parts of the forests. In neither of the villages was this type of *khoria* widespread, but field observation revealed that the area given over to this practice is increasing slowly. In some places, farmers have begun to slice forest lands adjoining private farms to expand cultivated land. When asked why they did so, they said bluntly that the forests belonged to them and they have no other option than to increase the area because of the declining productivity of the *numbari jamin* and the need to feed expanding families. When asked if other people in the village had ever tried to stop them, they answered, "No." This reveals that, in general, the community is not interested in controlling such processes.

Reasons for Practicing *Khoria*

Farmers have several reasons for practicing *khoria* including poverty and ethnicity. On the one hand, in Jhargaon, there is no direct relation between *khoria* practice and poverty, as most households, if not all, own a portion of forest land for *khoria* and the local residents are economically better off as many are either pensioners or serving in the Nepalese, Indian or British armies. On the other hand, Jaalbhanjyang provides a good example of a direct relation between poverty and *khoria* practice (Table 2). Table 2 reveals that in Jaalbhanjyang there is no direct relation between the practice of *khoria* and ethnicity.

Table 2. Relations existing between ethnicity, poverty, and the practice of *khoria*, Jaalbhanjyang, Nepal.

Ethnic group	No. of households	No. of poor households	No. of households practicing *khoria*
Bhujel	10	7	7
Magar	23	4	3
Gurung	8	1	2
Kami	1	1	2
Damai	1	1	1
Total	43	14	15

Source: Field Survey, Jaalbhanjyang, Nepal.

Economics of Crop Production

In both villages, all the respondents reported that the amount of cereal crops harvested per unit area from *khoria* lands is approximately twice that obtained with permanent agriculture (upland fields). However, in terms of labor requirement, *khoria* requires more labor than do upland fields. As farmers do not consider family labor as a cost, they regard farming on *khoria* land as being profitable and economical. Besides, 81.9% respondents reported declining yields of major cereal crops from permanently cultivated lands (*numbari jamin*). When asked to compare the economics of cereal crop production in *khoria* land with the upland fields, all respondents said that the two cannot be compared. To them, farming in the forest seems very economical.

Supply of Fuelwoods and Fodder

Respondent farmers (72.7%) said that the *khoria* land provides them with a good supply of fuelwoods and fodder grasses. They further went on to say that they need not enter forests because they have their own personal *khoria*, and they argued that *khoria* land is not good forest land. This implies that, in the past, the farmers had innovated a way to protect other good forests in the area by making available personal *khoria*, which at the same time fulfilled fodder and fuelwood requirements.

Claiming Ownership

Of the many reasons underlying the farmers' continued practice of *khoria*, ownership seems a crucial factor in the study area. The respondent farmers reported that they had been practicing *khoria* for three generations. About 48% of respondents said that if they did not practice *khoria* or take *nyaule* from the person renting their *khoria* lands they might loose ownership of the lands. However, in Nepal, forests are government-owned as enforced by the Private Forest Nationalization Act, 1957. Many (Carter 1992; Gilmour, Fisher 1991) have commented that the local residents seem unaware of this Act.

Environmental Problems

In both villages, all respondents (n = 44) said that, to date, they have not experienced land slides, soil erosion or undue forest burning as a result of *khoria*. They claimed that those practicing *khoria* burn forests without harming other *khoria* lands and forests. The community fines those who fail to observe the rules.

In response to a question concerning confrontation with the forest authorities, all respondent farmers reported that they could recall no such event. This was confirmed by the forest authorities working in the district.

Respondent farmers provided the following reasons for why the practice of *khoria* does not harm the environment:

- (a) About 82% of respondents said that if they do not burn the forests when the soil is mature (*chhipeko mato*) this would encourage the growth of undesirable weeds that would cause other serious problems.
- (b) About 64% of respondent farmers reported that a fallow period is important for *khoria* land. All respondents said: "They know it takes about 9 years to mature soils in the forests." Although the farmers are apparently aware that decreasing the duration of fallow periods means risking crops, field observation clearly indicated that in many instances farmers have started to reduce fallow periods.
- All the respondent farmers argued that they make maximum efforts not to cause undue disturbance to soils in *khoria* lands. As time is limited, this paper does not described the shifting cultivation process practiced locally.

When the same question was put to farmers not practicing *Khoria* at present, almost all respondents (84%) said that they practiced *khoria* several years ago and had not yet experienced any harmful or negative consequences. However, three respondents (16%) said: "One khoria destroys seven forests."

Shifting Cultivation and Safeguarding the Natural Resource Base

This empirical study on shifting cultivation practices in Jhargaon and Jaalbhanjyang suggests that, in the past, peasant farmers practiced *khoria* as of necessity to conserve the natural resource base from haphazard cutting and burning of local forests. Community *khoria* provides an example of this, while the system of *nyaule* facilitates the process systematically and prevents confrontations in the community. Interestingly, in Jhargaon, the community *khoria* land is located just above the permanent ricd (*khet*) land (land suitable for rice) suggesting that fertile soils

drained from the *khoria* would be deposited there. This process helps maintain the fertility of the rice field.

When asked how they made decisions in the case of anyone violating the rule, respondent farmers said that in the past they used to approach the *Mukhia* (a local farmer entrusted to the collection of taxes from upland fields—*Bari* in Nepali) who used to call the meeting of the community and made the decision with the support of the community. Although these days, the *Mukhia* system no longer exists, it appears that the *Mukhia*'s role in the community has not yet diminished. The farmers have several reasons for this. Carter (1992) and others have suggested that the farmers are not really aware of the 1957 Forest Act that nationalized private forest lands. In addition, *khoria* land is not registered by the Survey Department, so the farmers have no proof of ownership except for the *Mukhia* who used to collect their taxes. The respondent farmers said that they had asked to register the *khoria* under their names during the survey, but this request had been refused.

Interventions for Improving the System

To the foresters, *khoria* degrades the environment. Although they opined that the farmers have been encouraged to protect the forests and discontinue *khoria* after transfer of the forest lands to the community for use and management through a community forestry project, their efforts to help the farmers initiate community forestry seemed inadequate. They argued that the processes of social control are slow, but effective in the long run. However, they seemed unaware of the different types of *khoria* being practiced in the district. For agricultural development authorities, *khoria*—which they view as an expansion of cultivation into marginal and fragile lands—is not their concern.

Nevertheless, in 1991, an international NGO (Redd Barna) initiated a community-based agroforestry project in several hamlets of the Bandipur and Deorali VDCs that include Jhargaon and Jaalbhanjyang. The field study has had some successes in convincing farmers to abandon the practice of *khoria*. A description of the intervention process follows.

In view of the important role of farm women in using, managing, and protecting forest lands, the project launched its activities by initiating a functional adult literacy class for women. Apparently, this class provided an entry point. The project expected that the farm women would influence their family members and others to initiate community forestry in the area. Pressurized by their wives and other neighbors, the villagers approach the project offering help to manage the community forestry. The project then assists local residents to prepare a management plan for the community forest as required by the Department of Forest; all forest users then become members. To regulate day-to-day activities, a working committee was formed. In short, the project office acts as a link between the forest authorities (Department of Forest) and the local people.

Conclusion

In summary, it appears that shifting cultivation might not necessarily be harmful to or unhealthy for the environment. In the study area, the practice has survived for at least three generations. Unless the negative consequences are made visible to the farmers, it is unlikely that they will abandon the practice. Halting *khoria* through a blanket rule would not be a good solution to the problem. Hence, there is a need for foresters, agriculture specialists, and other local organizations in the area to follow a holistic view, work in cooperation with each other, and take collective decisions and actions with the meaningful participation and support of local farmers. When farmers find options and are given better alternatives and opportunities, naturally they begin to forget labor-intensive and complex processes such as shifting cultivation (Shrestha 1993).

Acknowledgements

I am grateful to Dr NS Jodha, Head, Mountain Farming Systems Division of the International Centre for Integrated Mountain Development (ICIMOD), Katmandu, and Mr. Sugandha Shrestha, professional staff member, ICIMOD, for sponsoring me to undertake this study. The suggestions of Sugandha Shrestha were highly illuminating and helped improve this paper. I am indebted to Rajesh Shrestha and Krishna Hari Maharjan for their valuable technical support and suggestions. Also I am indebted to Dr. Janice Jiggins for providing valuable suggestions during the study period.

References

Carter EJ. 1992. Tree cultivation on private land in Nepal's middle hills: an investigation into local knowledge and local needs. Oxford Forestry Institute (OFI) Occasional Paper No.40. Oxford, UK: Forestry Institute, Department of Plant Sciences, University of Oxford. 54 pp.

Gill JG. 1992. Policy analysis for agricultural resources management in Nepal. A comparison of conventional and participatory approaches. Research Support Series No 9. Katmandu, Nepal.

Gilmour DA, Fisher RJ. 1992. Villagers, forests and foresters. Katmandu, Nepal: Sahayogi Press. 212 pp.

Gradwohl JG, Greenberg R. 1990. Saving tropical forests. London, UK: Earthscan Publication Ltd. 207 pp.

Röling N.1990. The agricultural research-technology transfer interface: a knowledge systems perspective.Page 42 *in* Making the link agricultural research and technology transfer in developing countries (Kaimowitz D, ed.). Colorado, USA: West view Press.

Shrestha RB. 1993. Declining in shifting cultivation: adaptability of farmers towards changed land use situation in the Annapurna area of Nepal. Thesis: Department of Forestry, Wageningen Agricultural University, The Netherlands.

Wallace MB.1988. Forest degradation in Nepal. Research Support Series No.6. Katmandu, Nepal: HMG Ministry of Agriculture/Winrock International Research. 41 pp.

Warner K. 1991. Shifting cultivation. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization.

Vers une gestion durable des ressources naturelles

Quelques expériences avec des programmes tests de gestion de terroir villageois au Mali-Sud

Diarra Souleymane ; Hilhorst Thea ; Coulibaly N'Golo
ESPGRN, BP 186, Sikasso, Mali

Résumé
Dans le souci d'une exploitation durable des ressources naturelles, l'Equipe systèmes de production et gestion des ressources naturelles se propose de contribuer au développement d'une approche gestion de terroir villageois qui réponde aux conditions du Mali-Sud, à travers des activités de recherche-action menées dans quatre programmes tests. Après une discussion du concept de gestion du terroir villageois et de la démarche, les résultats des programmes sont évalués par rapport au cadre d'exécution, aux outils utilisés, à la participation villageoise et à l'effet sur la gestion des ressources naturelles.

Mots clés
Gestion collective des ressources naturelles, zone sylvo-pastorale, Mali-Sud.

Abstract
Towards Sustainable Management of Natural Resources
To promote sustainable farming systems in southern Mali, the équipe systèmes de production et gestion des ressources naturelles (ESPGRN) is conducting action research in several pilot programs on the collective management of natural resources or «Gestion de Terroir Villageois» (GTV). This paper discusses the concept of GTV and its implementation, and assesses the institutional setting of these programs, the methodologies used, the extent of villager participation, and the collective management of resource use.

Introduction

Le terroir villageois est l'espace exploité par une communauté qui en a des droits d'usage, reconnus par les communautés voisines. L'approche gestion de terroir villageois (GTV) vise une planification des mesures d'aménagement et gestion à long terme pour une utilisation durable des ressources du terroir, reposant sur l'entière participation et responsabilisation des populations rurales.

Le présent document fait une brève présentation de l'ampleur de la dégradation des ressources naturelles. Après une discussion des concepts GTV, les approches et les résultats des programmes tests auxquels l'Equipe systèmes de production et gestion des ressources naturelles (ESPGRN) participe sont comparés. En conclusion, quelques inquiétudes sont exprimées sous forme de questions.

La dégradation des ressources naturelles

La zone Mali-Sud couvre une superficie de 96 000 km^2, soit 8 % du territoire du Mali, alors que sa population, à prédominance rurale, est d'environ 3 millions d'habitants ; le climat est de type soudano-sahélien.

Ces dernières décennies, les systèmes de production itinérante et manuelle, avec de longues périodes de jachère, se sont transformés en systèmes de culture permanente, sédentaire et mécanisée. Le coton est devenu la culture de rente la plus importante. L'investissement dans la culture attelée et la croissance démographique ont eu comme conséquence une augmentation des superficies cultivées aux dépens de la zone sylvo-pastorale.

La zone sylvo-pastorale fait partie intégrante des systèmes de production. Elle a une position clé dans l'alimentation du troupeau et joue un rôle dans la gestion de la fertilité du sol. En plus, cette partie du terroir est la source principale d'approvisionnement en bois de chauffe, bois d'œuvre et plusieurs produits de cueillette. La charge sur cette zone est devenue plus intensive suite à la croissance du cheptel et des besoins en bois de chauffe.

Le droit d'usage est commun pour la zone sylvo-pastorale, et pour cela le centre de décision de sa gestion se trouve au niveau de la communauté villageoise. Cependant, son statut actuel limite les possibilités pour les villageois de prendre ces décisions. Depuis 1992, le code forestier est en relecture, un des changements pouvant être une décentralisation

des droits fonciers qui permettrait aux communautés villageoises de réglementer l'accès à la zone sylvo-pastorale.

Le concept de gestion de terroir

Cette notion est de plus en plus utilisée en zone Mali-Sud depuis le début des années 90. Le cadre d'analyse est toujours une approche système, bien que les termes utilisés peuvent être différents. Cette approche est considérée comme plus efficiente pour parvenir à une gestion durable des ressources naturelles qu'une approche sectorielle.

Tous les programmes se limitent au niveau local, mais leur différence réside dans le niveau d'inclusion des différents environnements socio-économiques dans le diagnostic et les actions. Les uns se limitent à l'analyse des relations multidisciplinaires autour de la gestion des ressources naturelles et des systèmes de production. Les autres prennent aussi en compte toute l'économie rurale et les relations sociales, en aspirant à un développement rural intégré. Le résultat est l'existence de plusieurs définitions et interprétations du concept de gestion de terroir villageois.

Après plusieurs tentatives pour harmoniser les concepts utilisés, sans véritable succès, en juin 1994, lors d'un atelier national sur la gestion du terroir villageois et la décentralisation, les différentes approches gestion de terroir ont été reconnues (MDRE, 1994) :

- action GTV aménagement ;
- action GTV gestion des ressources naturelles ;
- action GTV développement local.

L'action GTV aménagement est l'approche la plus sectorielle et fait référence aux programmes de lutte anti-érosive et/ou d'aménagement des bas-fonds. Ces actions sont considérées comme une porte d'entrée pour une gestion collective des ressources naturelles.

L'action GTV gestion des ressources naturelles consiste à définir et à mettre en œuvre des dispositifs et stratégies pour une utilisation rationnelle, judicieuse et durable des ressources du terroir villageois.

L'action GTV développement local est encore plus globale. Elle repose sur une vision globale et multisectorielle du développement local, incluant la gestion des ressources naturelles mais aussi les infrastructures sociales comme les forages, les centres de santé, etc.

La démarche gestion de terroir villageois

Bien que la terminologie utilisée ne soit pas uniforme, les approches suivent la même démarche. Les différences sont dans les outils et méthodologies utilisés ; le niveau de détail cherché, la durée, l'implication des paysans, le type d'encadrement nécessaire, etc. Lors de l'atelier national sur la gestion du terroir et la décentralisation (MDRE, 1994), plusieurs étapes ont été définies (figure 1).

Le schéma d'aménagement du terroir (SAT) est vu comme un cadre de référence pour la planification multisectorielle de l'utilisation des terres dans un terroir. Il est destiné à permettre un développement économique durable tout en préservant la capacité productive du milieu. Le plan d'aménagement du terroir (PAT) est un outil à l'usage des populations permettant d'organiser et de planifier, du point de vue physique spatial et temporel, les moyens et l'utilisation des ressources d'un terroir donné. Le plan de gestion du terroir (PGT) est un montage de modèles d'utilisation des ressources du terroir, des mesures, des actions et des moyens en vue de l'exécution du PAT. Il a été recommandé que ces différentes étapes identifiées dans la démarche méthodologique soient respectées par les services et projets (MDRE, 1994). Cependant, une certaine flexibilité sera nécessaire ; par exemple, le niveau de détail à chercher est lié aux types d'aménagements et investissements à réaliser.

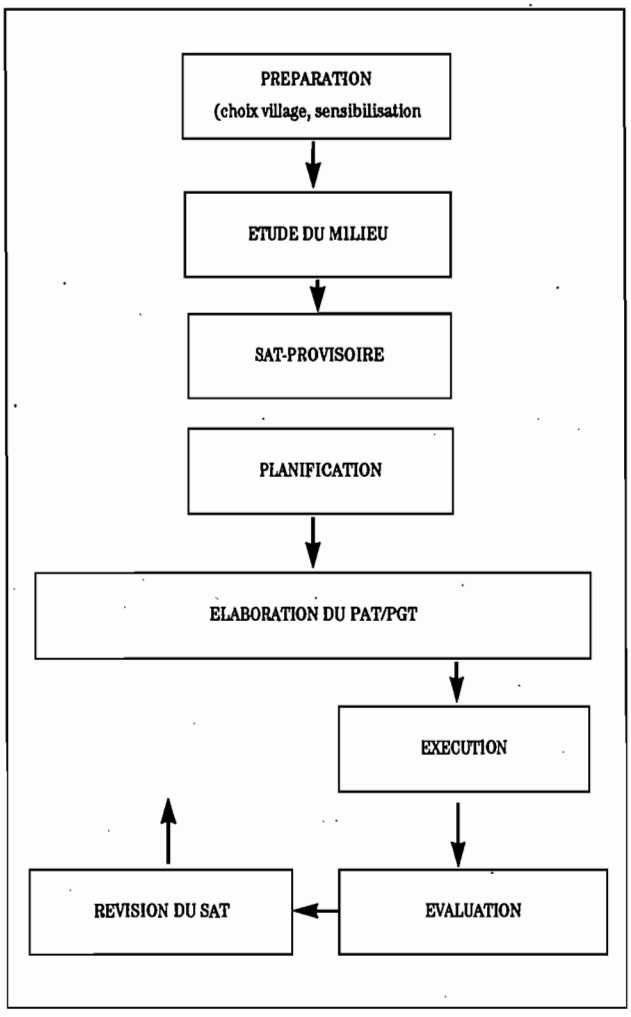


Figure 1. *Elaboration itérative du schéma d'aménagement du territoire (SAT), du plan d'aménagement du terroir (PAT) et du plan de gestion du terroir (PGT) (adapté par l'ESPGRN).*

Bien que tous les programmes GTV au Mali-Sud veuillent aboutir à une planification pluriannuelle, la différence entre SAT, PAT et PGT n'est pas (encore) faite. Une raison pourrait être que les expériences avec la planification et le suivi-évaluation sont toujours limitées. C'est surtout la méthodologie du diagnostic et l'implication paysanne qui ont été largement discutées et testées.

Le rôle de l'ESPGRN dans les programmes tests

En général, les programmes GTV sont organisés par région CMDT (Compagnie malienne pour le développement des textiles) et dirigés par un Comité technique inter-service (CTI) composé par tous les organismes de développement (CMDT, Eaux et Forêts, service élevage, ONG). L'ESPGRN participe aux programmes tests GTV à Koutiala, dénommé Siwaa, à Tominian, à Bougouni et à Sikasso (tableau I). Il est à noter qu'il y a aussi d'autres programmes de recherche-action de GTV au Mali-Sud.

Les programmes tests demandent une orientation de recherche-action et une implication active des villageois. La recherche-système est bien placée pour accompagner une telle approche vu que sa méthodologie est déjà basée sur l'interdisciplinarité, des outils participatifs, un échange intensif avec le développement et les paysans et une orientation pratique.

Le rôle de l'ESPGRN se résume comme suit :

- description et analyse de la situation actuelle et de la connaissance paysanne sur l'utilisation et la gestion de la zone sylvo-pastorale ;
- développer avec les services et les villageois des outils participatifs d'appréciation des ressources à la portée des villageois ; cela doit permettre aux communautés villageoises d'analyser les écarts entre les différentes utilisations et les potentialités de production pour ensuite planifier des dispositions, avec l'appui de l'encadrement sur place en cas de besoin ;
- stimuler des expérimentations avec les villageois vers une réglementation et une gestion de la zone sylvo-pastorale et analyser les résultats ;
- identifier des critères de suivi-évaluation sur la durabilité utilisables par les villageois ;
- évaluer les approches suivies par rapport à l'autogestion des villageois, à la participation des différentes couches sociales, leur faisabilité, leur effet sur la durabilité de l'utilisation des ressources naturelles et la reproductibilité à grande échelle ;
- échanges d'expériences avec d'autres programmes GTV.

La recherche-système intervient avec une équipe multidisciplinaire qui est composée surtout d'aménagistes, zootechniciens et sociologues. La recherche thématique est associée aux inventaires des potentialités et aux tests des mesures.

Les programmes GTV

Le Siwaa, à Koutiala, est le test le plus ancien auquel on se réfère et que l'on a beaucoup analysé (Joldersma *et al.*, 1994). En 1988, deux villages voisins impliqués dans un programme de lutte anti-érosive de la CMDT avaient fait savoir que leur travail de protection de terroir ne leur profitait pas car d'autres personnes étaient autorisées par le code forestier à utiliser le terroir. La solution proposée par les villageois était que l'exploitation de leurs terroirs leur soit strictement réservée. Suite à leur demande, la CMDT et l'ESPGRN ont proposé un programme test de gestion de terroir villageois, en associant les autres services techniques travaillant dans la zone. Un statut juridique spécial a été négocié auprès des services concernés pour la zone désormais appelée Siwaa. Ce statut donne aux villageois davantage de possibilités et de responsabilités pour la gestion du terroir.

Le programme GTV de Tominian est modelé sur l'approche Siwaa et a la même structure organisationnelle. Cependant, une certaine perte de dynamisme au niveau du CTI et du comité intervillageois a hypothéqué l'avenir de ce programme. La poursuite des activités dépend surtout du degré de conscientisation et de la capacité d'autogestion au niveau des villages.

Le programme de Bougouni a commencé en 1991 et a réalisé une gamme d'actions dans deux villages. Une nouvelle approche du programme a été introduite en 1993 en utilisant un financement de la Banque mondiale pour mettre au point de nouvelles méthodes d'intervention. Cette approche GTV est basée sur les expériences des dernières années des autres programmes GTV au Mali-Sud.

A la fin de l'année 1993, un programme test GTV a démarré dans le cercle de Sikasso en vue d'aboutir à une intervention concertée entre les services qui soit reproductible. Le programme n'a pas encore commencé le diagnostic et attend la fin de la campagne agricole.

Le tableau I fait une comparaison des différents tests dans leurs grandes lignes.

Les programmes GTV sont situés dans différentes zones agro-écologiques, la pression sur les ressources naturelles étant plus forte à Koutiala et Tominian. Un nombre limité de villages participe aux programmes. Siwaa et Tominian ont opté dès le début pour une approche intervillageoise, vu les systèmes coutumiers qui régissent l'usage de la zone sylvo-pastorale. A Bougouni seulement le programme suit une approche plus globale mais sans opter pour le développement local. Cette approche est choisie pour éviter que le "GTV-test" impose un problème non prioritaire, mais le défi est que la gestion des ressources naturelles reste le thème central. Seul le programme de Bougouni dispose d'un financement pour assurer la formation des villageois et des agents de base et pour financer quelques actions dans les villages. Les autres programmes GTV-test ont décidé d'utiliser uniquement les moyens réguliers de chaque service impliqué, pour aboutir à une approche reproductible. La plupart des autres programmes GTV au Mali-Sud disposent d'un financement.

Discussion des résultats des programmes

Les résultats des programmes GTV-test sont comparés par rapport au cadre d'exécution, aux outils utilisés, à la participation villageoise et aux résultats dans la gestion des ressources naturelles.

Cadre d'exécution

Tandis que les CTI des programmes Siwaa et Tominian rassemblent des agents du niveau du cercle et du niveau de l'arrondissement, les programmes de Bougouni et Sikasso ont fait une distinction entre ces deux niveaux. Le CTI au ni-

Tableau I. Comparaison des programmes tests de gestion de terroir villageois.

	Siwaa Koutiala	Tominian	Bougouni	Sikasso
Année de démarrage	1989	1991	1991	1993
Pression sur ressources	Forte	Forte	légère/moyenne	moyenne
Nombre de villages	6	3	4	2
Approche intervillageoise	oui	oui	non	non
Type Approche	GRN	GRN	plus globale	GRN
Disponibilité fonds	non	non	oui	non
Activités : intensification systèmes de production	oui	oui	oui	Phase préparatoire
Aménagement	oui	oui	oui	
Réglementation informelle villageoise	oui	oui	non	
Convention locale	oui	non	pas encore	
Economie rurale/ services sociaux	non	non	oui	

veau du cercle est seulement responsable pour la conception du programme. L'exécution est confiée à un CTI au niveau de l'arrondissement. En plus les programmes de Bougouni et Sikasso sont orientés vers une expansion graduelle du nombre des villages alors que les CTI de Siwaa et Tominian mettent surtout l'accent sur l'intensification du programme test.

Un des résultats des programmes GTV-test est la création d'un cadre de concertation des différents services du développement et un début d'harmonisation des méthodologies et outils d'intervention. En raison des problèmes liés à la délimitation des mandats des différents intervenants, des différences de méthode de travail et des moyens disponibles, cette concertation a pris beaucoup d'énergie et de temps, peut-être même aux dépens de la relation avec les villages.

Les quatre programmes ont basé leur approche sur l'encadrement existant. Des ONG sont membres de certains CTI des programmes GTV-test. Les programmes GTV-test n'ont pas encore expérimenté l'implication du secteur privé dans des travaux d'aménagement comme les barrages.

Outils utilisés

Ce qui est remarquable dans les programmes GTV-test c'est l'utilisation de plus en plus systématique des outils de la Méthode accélérée de recherche participative (MARP), comme la carte du terroir, le transect, les calendriers, les arbres à problèmes et à solutions. Ces outils facilitent une implication plus importante des villageois dans le diagnostic et la planification. Dans le diagnostic, on travaille de plus en plus avec des cartes faites par les paysans au lieu d'une carte détaillée dressée par l'encadrement avec les photos aériennes.

Le choix des outils de diagnostic a été un des thèmes les plus discutés par tous les programmes GTV au Mali-Sud et presque tous ont développé et testé des outils. Les discussions sur l'utilité des différents outils continuent, comme par exemple entre la classification préférentielle des potentialités sur la base d'une carte de terroir ou l'analyse par des villageois des photos aériennes suivie d'un calcul des bilans sur la base des normes de référence (CMDT-IER, 1994).

Par exemple, dans le Siwaa, l'ESPGRN poursuit la recherche pour identifier et comprendre la classification paysanne de la zone sylvo-pastorale. L'objectif final est de disposer d'un outil qui permettrait à la population de gérer plus rationnellement les ressources naturelles du terroir.

Une première étape a été exécutée dans la zone Siwaa, l'accent étant mis sur les ressources fourragères communes. Les principaux outils utilisés ont été la carte du terroir, le transect, le guide d'entretien, la classification préférentielle par unité et par saison, suivie par une session de sensibilisation avec les images de type Graap. L'étude a donné beaucoup d'indications sur la connaissance paysanne, les utilisateurs de différentes unités et leur concertation actuelle autour de la gestion du pâturage, qui est actuellement limitée. La méthodologie a aussi contribué à améliorer le degré d'intérêt des villageois pour la gestion du pâturage (Bagayoko *et al.*, 1994). Ensuite, une partie du terroir a été choisie par les villageois pour tester la gestion du pâturage à travers une utilisation périodique. Les résultats techniques et la capacité villageoise pour gérer la protection de cette unité font l'objet d'une recherche actuellement.

Pour les ressources ligneuses, la même démarche sera suivie. Une attention particulière sera accordée à la comparaison des différentes méthodes d'inventaire comme la classification préférentielle par les villageois sur la base d'une carte de terroir, le compte des espèces utiles dans des placettes et l'analyse des photos aériennes en utilisant des normes de référence. L'évaluation se portera sur le niveau de précision de chaque méthode, les moyens nécessaires et la possibilité d'autogestion.

Participation villageoise

La définition de l'approche gestion de terroir met l'accent sur la responsabilisation des villageois et l'autogestion de ce processus. Cependant, il semble que l'intention de promouvoir une vraie autogestion n'est pas encore très développée. La démarche proposée, par exemple, commence toujours par une phase "choix de village". Une vraie autogestion implique que dans l'avenir ce soient les villages eux-mêmes qui sollicitent un appui pour gérer leur terroir. Le renforcement de l'autogestion requiert la formation des villageois et le renforcement de leurs structures organisationnelles et de leur capacité de prise de décision. Aussi un changement d'attitude de l'encadrement vers une orientation appui-conseil est nécessaire.

L'implication des différentes couches sociales vient de recevoir une attention plus systématique, surtout dans l'étape diagnostic. La méthodologie préférée est de le faire en sous-groupes d'hommes, de femmes et de jeunes, suivi par une mise en commun. Bien que cette approche ne soit pas conforme aux structures traditionnelles de décision basées sur la gérontocratie, les villageois l'ont beaucoup appréciée (Coulibaly *et al.*, 1994). Cependant, l'implication des différentes couches sociales dans les autres étapes est toujours à renforcer.

Aussi les objectifs différents et parfois contradictoires des exploitations peuvent jouer sur la participation villageoise dans les programmes GTV. Par exemple, le fait que les exploitations n'utilisent pas le terroir avec la même intensité : au Siwaa, la distribution inégale du bétail, 21 % des exploitations possèdent 65 % des bovins et la moitié des petits ruminants (Bosma, 1993), fait que les gens n'ont pas le même intérêt à aménager le pâturage dans la zone sylvo-pastorale. Ces différences d'objectifs sont à mieux prendre en compte.

Gestion collective des ressources naturelles

Dans tous les programmes GTV-test, il y a des actions au niveau des exploitations pour intensifier les systèmes de production. Les activités au niveau des exploitations étant plus facilement adoptées que celles collectives. La relation entre effort et bénéfice est plus directe et les résultats sont souvent visibles à court terme. Il est important qu'aussi la gestion du terroir se traduise dans des résultats tangibles au niveau des exploitations individuelles (CMDT-IER, 1994).

La gestion collective des ressources naturelles concerne, entre autres, l'élaboration des conventions locales pour régler leur utilisation par les villageois et les étrangers, mais cet aspect collectif de la gestion rend la prise de décision compliquée.

Au Siwaa, après deux ans de négociation, les grandes lignes d'une convention locale ont été acceptées par les six villages en 1994. Plusieurs causes peuvent être identifiées pour expliquer la lenteur du processus. Ainsi, ce sont surtout les services de développement qui ont suggéré aux villages d'établir une convention locale pour gérer l'exploitation du terroir par eux-mêmes, parce qu'en utilisant le statut juridique spécial les villages ont déjà réussi à diminuer la présence des étrangers sur le terroir. Cependant, l'expulsion des étrangers a apparemment allégé la pression sur le terroir en diminuant l'urgence de prendre plus de mesures de gestion. En outre, il est plus facile de réglementer l'accès des étrangers que de freiner leurs propres actions sur les ressources naturelles. Un autre obstacle était la différence en disponibilité des ressources entre les villages impliqués. Le village qui a plus de ressources a la crainte de se voir déposséder de ses ressources. Enfin, il faut voir si l'approche intervillageoise suivie n'a pas finalement compliqué ce processus.

Comme déjà signalé, la relecture du code forestier est un préalable à la gestion durable de la zone sylvo-pastorale, mais pas la solution. Une autre condition est le renforcement de la capacité villageoise, ce qui demande l'évolution des compétences des ressources humaines villageoises et de leur capacité d'organisation (CMDT-IER, 1994).

Conclusion

La recherche de l'ESPGRN sur la gestion collective des ressources naturelles a été réalisée le plus souvent dans le cadre des programmes GTV-test. Sur la base de ces expériences, l'ESPGRN a déjà fait un premier bilan sur l'approche GTV (DRSPR, 1993).

Ces programmes donnent des opportunités pour suivre le processus vers une gestion collective du terroir et le développement des réglementations par les villageois, l'interaction entre les villages et les services de développement et la concertation entre ces derniers. Cependant, ce processus est très dépendant de la dynamique du CTI. Comment augmenter le poids des villageois dans ce processus ?

Une autre question est celle de savoir comment rendre l'approche GTV plus effective pour accélérer le processus vers une gestion durable des terroirs villageois. Jusqu'à maintenant, les résultats concrets sont très limités. Les résultats les plus remarquables sont la création de cadres de concertation au niveau des services de développement et avec quelques villages, ce qui va dans le sens du projet de décentralisation en cours. Cependant, l'objectif final reste le développement d'une approche GTV rentable et durable, qui soit applicable dans les 4 000 villages du Mali-Sud, et soit à la portée des villageois et de l'encadrement.

Références bibliographiques

Bagayoko S., Bosma R., Diarra, S., 1994. *Participation paysanne dans la classification et la gestion des pâturages naturels. Rapport d'étape.* Sikasso, Mali, ESPGRN.

Bosma R., 1993. *Elevage du bétail dans la zone Siwaa, stratégies pour une exploitation équilibrée des ressources fourragères.* Sikasso, Mali, DRSPR.

CMDT-IER, 1994. Approches participatives d'élaboration du schéma d'aménagement gestion de terroirs villageois. Contribution pour l'atelier national sur la gestion des terroirs villageois et la décentralisation.

Coulibaly N., Fofana M., Fomba B., Hilhorst T., 1994. *Evaluation de la démarche du volet GTV, Cercle de Bougouni.* Sikasso, Mali, ESPGRN.

DRSPR, 1993. *Approche gestion du terroir villageois, (document de travail).* Sikasso, Mali, DRSPR.

Joldersma R., Diarra S., Vlaar J., Coulibaly L., 1994. *Siwaa la brousse sèche.* Amsterdam, Pays-Bas, DRSPR/KIT (en préparation).

Ministère du Développement rural et de l'Environnement, 1994. *Rapport de synthèse de l'atelier national sur la gestion des terroirs villageois et la décentralisation*, Bamako, 27 juin- 1er juillet 1993. Bamako, Mali, MDRE.

Pratiques des agriculteurs et améliorations technologiques en milieu difficile

Les cas du maïs, du haricot et des bovins de la race «mirandesa» au nord du Portugal

Fragata António

Instituto Nacional de Investigação Agrária, Estação Agronómica Nacional Quinta do Marquês, 2780 Oeiras, Portugal

Résumé

Au Portugal, à l'intérieur du pays, de nombreuses et vastes régions sont encore riches en cultivars et races animales rustiques pouvant répondre à une demande croissante de la part des consommateurs de produits de haute qualité biologique. Pour préserver et valoriser les activités liées à ces produits, il faut introduire de nouvelles technologies intégrant les pratiques des agriculteurs, puisque ces derniers ont accumulé une somme de savoirs qui se sont affinés de génération en génération. Pour gérer les ressources endogènes en milieu difficile et concevoir de nouvelles techniques, l'analyse du processus de prise de décision des agriculteurs s'avère d'une importance fondamentale, plus particulièrement en ce qui concerne leurs choix tactiques. Les études de cas présentées ci-après ont été effectuées dans des communautés rurales du nord du Portugal. Elles concernent la conduite des cultures associées de maïs (Zea mays) *et de haricot* (Phaseolus vulgaris) *dans les diverses parcelles des exploitations agricoles du Minho et l'élevage des bovins de la race "mirandesa" à Trás-os-Montes.*

Mots clés

Nord du Portugal, ressources locales de qualité, choix tactiques, innovation technique, maïs x haricot, race bovine "mirandesa"

Abstract

Farmer Practices and Technological Improvements in Disadvantaged Areas. The Case of Maize, Bean, and 'Mirandesa' Cattle in Northern Portugal

*Extensive inland regions of Portugal can still supply quality cultivars and cattle breeds to satisfy increasing consumer demand for products of high organic quality. However, the preservation and development of these activities rely on the introduction of new and appropriate technologies integrating farmer practices, which have been refined over generations. Analysis of the farmers' decision making process, and particularly of their tactical choices, is fundamental to the management of endogenous resources in disadvantaged areas and to the conception of new technologies. The case studies presented in this paper are based on rural communities in northern Portugal. They concern (a) management of maize (*Zea mays*) and bean (*Phaseolus vulgaris*) intercrops in various farm fields, and (b) cattle production ('mirandesa' cattle).*

Introduction et méthodes

Dans une perspective de développement agricole alternatif, on doit admettre que les agriculteurs fixent leurs objectifs dans un contexte de rationalité limitée et de choix satisfaisants. Une telle perspective, qui vise particulièrement la gestion des ressources endogènes en milieu difficile, suppose des technologies appropriées à la diversité des situations naturelles et tenant compte des contraintes sociales et économiques. Cela est très important dans de vastes régions du Portugal, où la mise en œuvre de nouvelles techniques pourrait contribuer à la préservation et à la mise en valeur économique des races animales et cultivars locaux.

Dans la conception de nouvelles techniques, la réussite suppose la connaissance des systèmes exploitation-famille et des bases scientifiques de leur fonctionnement pour comprendre les pratiques courantes des agriculteurs, parfois méconnues ou d'acceptation très difficile, et élaborer de nouvelles technologies prenant en compte ces pratiques.

La culture associée du maïs et du haricot (maïs x haricot) a été étudiée dans deux villages de la région du Minho ; la conduite de l'élevage du bovin "mirandês" a été analysée dans une communauté de la région de Trás-os-Montes. Ces productions ont encore une valeur économique et sociale très importante et satisfont aux exigences requises pour les produits régionaux dénommés de qualité.

Sur le plan méthodologique, on a réalisé des enquêtes rigoureuses auprès de toutes les familles des villages afin de faire l'inventaire des systèmes, ce qui a permis d'élaborer les typologies respectives. Par la méthode de l'étude de cas, on a

effectué des enquêtes sur le fonctionnement global de chaque système exploitation-famille, pour dégager les objectifs généraux et stratégiques des agriculteurs (Fragata, 1992 ; Sousa, 1992). Dans les mêmes études de cas, selon l'approche du processus de prise de décision (Capillon et Sebillotte,1980), on a analysé les choix tactiques des agriculteurs par rapport à la conduite de l'élevage des bovins de la race "mirandesa" et de la culture maïs x haricot. Dans les exploitations sondées, on a procédé à des analyses pédochimiques d'échantillons de terre sur toutes les parcelles comme maïs et haricot.

C'est cette analyse des choix tactiques que nous allons présenter ci-après.

Tableau I. Résultats des analyses pédochimiques d'échantillons de terres de maïs présentés selon le classement des agriculteurs.

	Classes de terres		
	Première	Deuxième	Troisième
Nombres d'échantillons	33	84	65
Matière organique (%)	4,50	3,75	3,75
P_2O_5 (ppm)	164	105	150
K_2O (ppm)	139	115	120
Al (meq/100 g)	0,42	1,19	2,23
pH H_2O	5,50	5,20	5,00
Besoin de chaux (t/ha)	10,5	10,5	11,0
Disponibilité en eau d'arrosage	+++	++	+

La conduite de la culture du maïs et du haricot dans les parcelles de l'exploitation agricole

La parcelle est la portion de l'espace où l'agriculteur évalue le rendement d'une culture déterminée et où l'agronome doit analyser les lois de la formation de la matière végétale (Deffontaines et Osty, 1985). On doit tenir compte du classement des sols utilisé par les agriculteurs dans les villages d'après les cultures qu'ils peuvent faire, la date des semis et les rendements attendus, mais aussi rechercher les facteurs édaphiques en cause dans les faits observés (Papadakis, 1982).

Dans les deux villages étudiés dans le Minho (Fragata, 1992), les agriculteurs classent synthétiquement les terres de la façon suivante : les terres de première classe ont une forte capacité de rétention d'eau et sont les plus fertiles, les plus profondes et les plus grasses, c'est-à-dire plus argileuses et plus riches en matière organique ; les terres de troisième classe sont les moins fertiles, les plus maigres et manquent de capacité de rétention d'eau ; les terres de deuxième classe ont des caractéristiques intermédiaires.

Le classement des aptitudes des terres par les agriculteurs s'avère concorder avec les résultats des analyses pédochimiques effectuées sur des échantillons prélevés systématiquement dans les terres de maïs (tableau I).

L'examen des résultats permet de constater que les terres de première classe présentent une plus forte teneur en matière organique et moins d'aluminium échangeable. Elles sont moins acides et un peu plus riches en P_2O_5 et K_2O. Il est à remarquer que la présence de telles quantités d'aluminium échangeable dans les sols cultivés est susceptible de causer des dommages à la culture du maïs (Adams et Pearson, 1967), comme on a eu l'occasion de le constater dans quelques parcelles.

Dans les deux villages de Lousada, la culture maïs x haricot occupe, en moyenne, 1,3 ha par exploitation, répartis entre diverses parcelles. Cette association des cultures est bonne car le haricot ne cause pas de préjudice au maïs. Il constitue une production complémentaire qui contribue à une meilleure rentabilisation des petites parcelles : il réduit le risque et épargne le travail en permettant des traitements culturaux simultanés.

La culture associée est en accord avec les objectifs multiples de l'agriculteur et de sa famille. L'exploitation produit le maïs pour la fabrication du pain, l'alimentation des animaux (grains, pieds de maïs sarclés, panicules et pailles), le marché et l'intraconsommation de semence ; elle produit le haricot pour l'autoconsommation et les semences et revend ses excédents.

Les enquêtes réalisées sur le fonctionnement global de 21 exploitations agricoles ont montré que la surface totale de maïs y était exploitée de la manière suivante : 55 % de maïs du pays, 31 % d'hybride de deuxième année[1] et 14 % d'hybride certifié. Comme le montre la figure 1, le maïs hybride n'est cultivé que sur les terres de première classe, où il occupe 62 % de la surface respective ; le maïs du pays se cultive sur 59 % des terres de deuxième et sur 87 % des terres de troisième classe.

Ce sont les terres de deuxième et troisième classes qui couvrent la plus grande superficie dans les villages étudiés. Elles supportent 78 % de la surface totale de maïs. Cette forte proportion explique le choix tactique du maïs du pays au détriment du maïs hybride : en plus des avantages reconnus au maïs du pays (bonne qualité pour la fabrication et la conservation du pain, pailles appréciées pour l'alimentation des bovins), il présente une plus grande résistance à la sécheresse.

En ce qui concerne le haricot, trois écotypes sont cultivés en association avec le maïs : le haricot *canário*, le petit blanc et le rouge.

Le haricot *canário* répond mieux aux exigences de l'agriculteur en raison de son pouvoir d'adaptation à la culture en association avec le maïs à une forte densité de semis, de sa rusticité et de sa précocité. Son cycle cultural est de l'ordre de 75 à 80 jours contre 90 à 95 jours pour les deux autres écotypes. Il est cultivé sur 70 % des terres de première classe, 60 % des terres de deuxième classe et 48 % des terres de troisième classe (figure 2).

Le développement végétatif du haricot petit blanc est meilleur. Par conséquent, sa densité de semis doit toujours être plus faible pour ne pas inhiber le développement du maïs. Sur les terres de première classe, ses productions sont très faibles. Sur ces terres plus riches, son développe-

[1] «Hybride de deuxième année» est une semence, utilisée par l'agriculteur, issue d'une semence de maïs hybride certifiée il y a deux ans au minimum.

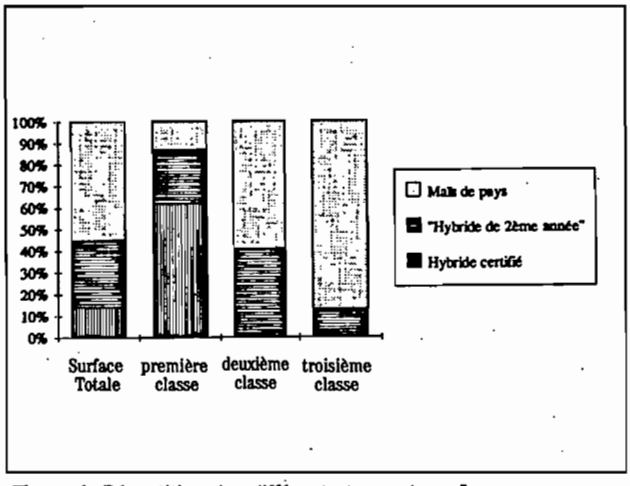


Figure 1. *Répartition des différents types de maïs.*

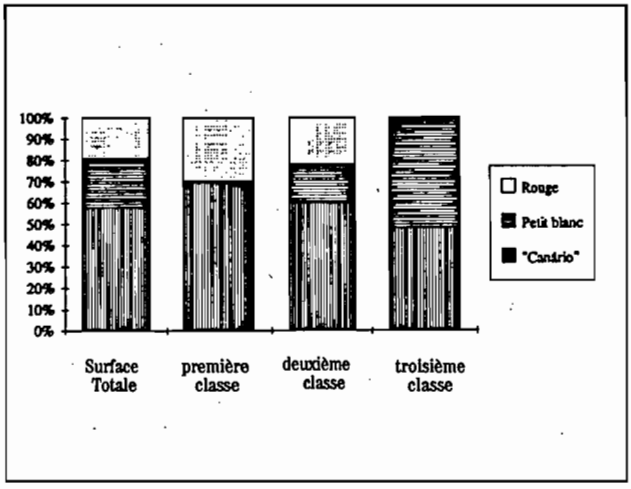


Figure 2. *Répartition des écotypes de haricots.*

ment végétatif vigoureux se fait au détriment de la production de gousses. Il est le plus cultivé sur les terres de troisième classe.

Les analyses de sol des parcelles de haricot *canário* et petit blanc donnent des résultats en accord avec les choix tactiques faits par les agriculteurs de ces deux écotypes. Le haricot *canário*, contrairement au petit blanc, est cultivé dans les parcelles les moins acides, à faible teneur en aluminium échangeable et plus riches en matière organique (tableau II).

Quant au haricot rouge, sa culture est déterminée par la conjoncture du marché. Il n'est cultivé que les années où son prix prévu est beaucoup plus élevé que celui des deux autres écotypes.

Pratiques des éleveurs de la race bovine "mirandesa"

La race bovine "mirandesa" est élevée essentiellement pour son aptitude au travail, sa qualité maternelle et sa viande. Le poids accordé à chacun de ces objectifs est différent selon l'éleveur. Il est fonction de la capacité économique de l'exploitation et de la situation du ménage (Fragata et Sousa, 1992)

Tableau II. résultats des analyses pédochimiques d'échantillons de terres à haricot selon la classification des agriculteurs

	Classes de terres et écotypes de haricots	
	Terres de première classe avec haricot *canário*	Terres de deuxième et troisième classes avec haricot petit blanc
Nombres d'échantillons	46	15
Matière organique (%)	4,10	3,70
P_2O_5 (ppm)	47	89
K_2O (ppm)	109	108
Al (meq/100 g)	0,93	1,79
pH H_2O	5,30	5,15

C'est ainsi que, pour les petites exploitations dont le cheptel ne dépasse pas cinq vaches, l'objectif choisi est d'abord l'aptitude au travail, puis la qualité maternelle. Les vaches de trait sont utilisées pour l'exécution des travaux agricoles dans les petits jardins familiaux, où il serait très difficile de faire travailler un tracteur. Elles permettent d'exécuter à la perfection la récolte de pommes de terre et la préparation des terres à seigle. Dans le système d'entraide chez les agriculteurs, les vaches sont aussi l'objet d'échange de travail, de terres et de traction mécanique.

Pour les exploitations comptant plus de cinq vaches, l'aptitude au travail n'est pas un objectif prioritaire. Le premier objectif est la vache allaitante et le second, l'aptitude à la production de viande.

La structure génétique et démographique des bovins étudié à Trás-os-Montes est le reflet de la diversité de stratégies des éleveurs (Sousa, 1992).

La concentration des animaux plus âgés dans les exploitations plus petites est très significative. Étant donné leur petite taille économique, ces exploitations ne font pas l'élevage d'animaux de remplacement, car il y serait trop onéreux de garder une vache improductive pendant trois ans. L'alternative est donc l'achat à un prix minimal de vaches plus âgées, prêtes à produire du travail, compte tenu du besoin en traction animale.

Ces vaches plus âgées sont vendues par les plus grandes exploitations. Les éleveurs de ce type n'achètent toutefois pas de reproducteurs pour renouveler leur troupeau. Faute d'un marché de reproducteurs certifiés et étant donné l'hétérogénéité morphofonctionnelle de la race "mirandesa" par rapport à la qualité maternelle, ils sont obligés de renouveler leur troupeau soit par l'intermédiaire de génisses d'élevage issues des meilleures vaches de leur exploitation, soit par l'élevage des génisses que le commerçant n'a pas voulu acheter. Pour ces raisons, le pourcentage de femelles de la race "mirandesa" âgées de un à deux ans est très élevé (23 %) dans les plus grandes exploitations, tandis que les petits agriculteurs ne font pas l'élevage de ces animaux.

Au village, il y a aujourd'hui deux éleveurs de taureaux reproducteurs de races diverses : "mirandesa", charolaise, brun suisse et simental. Ces deux dernières races ont été introduites en 1988.

Pour l'insémination de leurs vaches, les agriculteurs choisissent le taureau "mirandês" quand ils veulent prévenir les problèmes de vêlage d'une génisse primipare, les veaux issus de ce taureau étant plus petits que les veaux issus d'autres taureaux, ou obtenir, à partir des meilleures vaches de l'exploitation, une génisse "mirandesa" d'élevage, destinée au renouvellement du troupeau.

De nos jours, les éleveurs les plus spécialisés dans la production de viande portent de plus en plus leur choix sur le croisement. D'ailleurs, il y a de très bonnes raisons qui poussent à la généralisation des croisements : le prix est le même pour toutes les races, les animaux issus de croisements ont un poids au sevrage plus élevé et sont très demandés par les producteurs de bovins à viande et les bouchers (Fragata et Sousa, 1992).

Améliorations technologiques

L'approche globale des systèmes exploitation-famille permet de justifier de nouvelles propositions de technologies appropriées, intégrant les pratiques traditionnelles des agriculteurs et des éleveurs.

Trois auteurs (Silva, 1975 ; Carvalho, 1984 ; Fragata, 1992) ont ainsi souligné que, dans l'amélioration des maïs du pays portugais, on devait tenir compte de facteurs édaphiques et écologiques (acidité et toxicité en aluminium des sols, insuffisance de l'eau aux périodes critiques du développement) ; technologiques (utilisation des panicules et des pailles dans l'alimentation animale, association de la culture avec le haricot ; économiques (les agriculteurs ne veulent pas prendre de risques, ni investir dans les fertilisations et les chaulages, trop coûteux, ni acheter des semences chaque année) ; et des habitudes alimentaires (utilisation du maïs pour fabriquer le pain pour la consommation de la famille).

Les agriculteurs souhaitent l'obtention d'une variété de maïs qui cumulerait des caractéristiques difficilement conciliables. Néanmoins, il est possible de produire des variétés de maïs qui répondent à certains de leurs souhaits : précocité ; tiges de hauteur et de diamètre moyens ; système radiculaire très développé ; plus d'un épi par pied ; épis longs et chargés de grain jusqu'à leur extrémité ; panicule feuillue ; grain semblable à celui du maïs de pays ; résistance aux principales maladies (Pires, 1994).

En ce qui concerne la culture du haricot, les agriculteurs souhaitent une semence adaptée au semoir traditionnel et appropriée à la récolte manuelle entre les plantes de maïs ; l'induction du caractère à rames pour prévenir l'effet d'ombrage du maïs ; la préservation des différents écotypes adaptés aux différents types de terres ; des variétés tolérantes à l'acidité et aux relativement fortes teneurs en aluminium échangeable des sols.

Les qualités de la race bovine "mirandesa" appréciées par les agriculteurs sont la rusticité, l'aptitude à la marche, la résistance aux maladies, la capacité d'adaptation aux conditions du milieu, son entretien facile et peu onéreux, en un mot, sa polyvalence de fonctions. La sélection faite par les agriculteurs vise les aptitudes maternelles des vaches et la performance des veaux, c'est-à-dire les caractères de fertilité et la facilité de vêlage et d'entretien chez les vaches, la vitesse de croissance chez les veaux.

Le Livre Généalogique a retenu des critères visant l'exploitation de la race exclusivement pour la production de viande. L'application du programme d'amélioration recommandé par les services publics pour la race "mirandesa" peut conduire à des résultats contradictoires par rapport aux objectifs et tactiques des éleveurs (Sousa, 1992). La sélection des veaux de poids élevé au sevrage conduira à une réponse génétique accrue par rapport à la croissance, mais à une diminution de la production de lait (Christian *et al.*, 1965). Cela pourrait entraîner de graves conséquences, soit pour l'aptitude allaitante des femelles, soit pour la qualité de la viande des animaux abattus à l'âge du sevrage et commercialisés comme produit de haute qualité.

Conclusion

Les pratiques des producteurs de maïs et haricot de la région du Minho au Portugal sont cohérentes et rationnelles. Les agriculteurs de cette région font face à des contraintes très spécifiques, engendrées par la faible superficie des exploitations dans lesquelles prédominent les terres de deuxième et troisième classes, plus adaptées à la culture de variétés rustiques. Ils cultivent différentes variétés de maïs et divers écotypes de haricot en tenant compte de leur capacité d'adaptation à la fertilité de leurs parcelles.

La correspondance entre le classement des terres fait par les agriculteurs et les résultats des analyses de sols au laboratoire démontre l'importance de l'établissement d'une typologie des champs en relation avec une classification pédologique fondée sur des critères d'intérêt écologique et agricole.

Les variétés de maïs et de haricot du pays utilisées pour les cultures associées devraient être étudiées et comparées ainsi que l'élaboration de méthodes culturales qui faciliteraient et réduiraient le travail. Des travaux d'amélioration du maïs du pays ont fort heureusement été entrepris actuellement dans les zones de Vale do Sousa et Basto (Silas Pego, INIA, 1994, comm. pers.).

Les bovins de la race "mirandesa" sont intégrés dans des systèmes de polyculture-élevage. Les pratiques et les objectifs des éleveurs sont multiples ; leurs processus de prise de décision sont fortement liés au cycle vital de l'exploitation et du ménage. Pour prévenir l'extinction de la race "mirandesa", il faut faire appel à des programmes d'amélioration fondés sur une approche pluridisciplinaire et adaptés à la réalité de l'élevage des régions marginales. Dans ces régions, les éléments déterminants sont les articulations établies entre éleveur, animal, troupeau, produits du bétail, entretien et ressources fourragères locales, ainsi que les interconnexions des différents systèmes d'élevage.

Les variétés et races locales concentrent sur elles une somme de savoirs qui se sont affinés de génération en génération et se caractérisent par un ensemble de pratiques. Les contraintes actuelles d'écoulement des produits de masse et

la demande accrue de produits de haute valeur biologique fournissent une nouvelle perspective pour leur relance.

Références bibliographiques

Adams F., Pearson R. W., 1967. Crop response to lime in the Southern United and Puerto Rico. *In : Soil acidity and liming, Agronomy, 12,* Wisconsin, USA, Am. Soc. Agronomy, p.161-206.

Capillon A., Sebillotte M. 1980. Étude des systèmes de production des exploitations agricoles - typologie. Séminaire Inter-Caraïbes sur les systèmes de production agricole, méthodologie de recherche. Pointe-à-Pitre, INA Paris-Grignon, 18 p.

Christian L. L., Hauser E. R., Chapman A. B., 1965. Association of prewearing and postwearing traits with weaning weight in cattle. J. Anim. Sci.,24 :652-659.

Carvalho A. 1984. *Os pequenos e médios agricultores e a política agrária no período 1960-1975. Perspectivas de desenvolvimento da agricultura.* Oeiras, Portugal, Fundação Calouste Gulbenkian, Centro de Estudos de Economia Agrária, 423 p.

Deffontaines J. P., Osty P.L., 1985. Points de vue sur l'exploitation. *In : Fonctionnement de l'exploitation agricole : points de vue d'agronomes sur les concepts et les découpages.* INRA-SAD, Paris, France, p. 2-9.

Fragata A. 1992. *Agrícolas,diversidade e estratégias dos agricultores. Casos no Entre-Douro e Minho e Vale do Sousa.* Lisboa, Portugal, INIA, 435 p.

Fragata A., Sousa F. 1992. Práticas dos criadores de bovinos mirandeses e melhoramento da raça. Comunicação apresentada ao Congresso Internacional Sobre Razas Autoctonas. Zafra, España, 24-26 Setembro, 5 p.

Papadakis J., 1982. Errores en la ciencia de nuestros dias. Más especialmente en ciencia del suelo, ecologia y agronomia. Cahiers ORSTOM, sér. Pédologie, XIX (1) : 91-104

Pires C. B. 1994. *Estratégia de melhoramento do milho e nova política agrícola comun.* Lisboa, Portugal, INIA, sous presse.

Silva J. V. 1977. *O desenvolvimento agrícola em Portugal.* Oeiras, Portugal, INIA, 38 p.

Sousa F. 1992. *Sistemas agrários e melhoramento dos bovinos de raça mirandesa. O caso da freguesia de Paçô.* Tese de Mestrado, Universidade de Trás-os-Montes e Alto-Douro, Vila Real, Portugal, 114 p.

Reproduction des systèmes de culture à jachère longue pâturée dans les Andes : un enjeu technique et socioculturel

Genin Didier[1]; Hervé D.[1] ; Rivière G.[2]
[1]ORSTOM, C.P. 9214, La Paz, Bolivie
[2]ORSTOM et CERMACA-EHESS, 54, boulevard Raspail, 75006 Paris, France

Résumé

Les systèmes de culture à jachère longue pâturée associent, dans les Andes, des décisions individuelles concernant les deux ou trois années de culture à des décisions collectives de durée de la jachère (trois à quinze ans) et de début et fin de mise en culture, donc de vaine pâture. Dans les discours, cette jachère a pour fonction de restaurer la fertilité. Si elle contribue à limiter l'infestation du nématode de la pomme de terre, les évolutions chimiques, physiques et microbiologiques du sol sont parfois contradictoires. Mais la jachère alimente les troupeaux ovins, permet des transferts de fertilité et est source de combustible. D'autre part, dans la conception andine, la terre ne produit que s'il y a simultanément efficacité technique et efficacité symbolique. La gestion traditionnelle du territoire et des risques climatiques impose des rituels collectifs destinés à garantir la fertilité et éloigner les fléaux naturels. Or, actuellement, une crise des systèmes symboliques qui sont à la base des représentations accompagne des dynamiques dans la conduite de ces systèmes de culture. Une approche systémique et interdisciplinaire est tentée autour de ces enjeux techniques et socioculturels.

Abstract

Reproduction of Cropping Systems in Long-Term Fallow Grazing in the Andes: A Technical and Sociocultural Issue

Cropping systems in long-term fallow grazing areas in the Andes are based on both decisions made by individuals concerning two or three years cropping, and collective decisions regarding the period for which the land will lie fallow (3—15 years) and the beginning and end of the cropping period, and, hence, of the common grazing period. Land is left fallow with the aim of renewing soil fertility. But, although this practice helps limit infestations of potato thread worm, on occasion, the associated chemical, physical, and microbiological changes in the soil are contradictory. However, fallow grazing does feed the sheep, allows transfer of fertility, and provides a source of fuel. On the other hand, in the Andean way of thinking, the earth only 'produces' if technical and symbolic efficiency are combined. Traditional regional management and problems arising from the vagaries of the climate, are dealt with by collective rites to ensure soil fertility and provide protection against nature's plagues. But difficulties have arisen in the symbolic systems fundamental to these representations at the same time as rapid changes are occurring in cropping systems. An interdisciplinary systems approach is used in an attempt to overcome these technical and sociocultural obstacles.

Introduction

Les systèmes de culture à jachère longue pâturée sont pratiqués dans un grand nombre de communautés agropastorales andines d'altitude (Orlove et Godoy, 1986). Leur gestion implique à la fois des choix individuels de cultures et de conduite, et des décisions collectives concernant la durée de la jachère (trois à quinze ans) et les dates de début et de fin de mise en culture, donc de la vaine pâture (Kervyn et Cedep/Ayllu, 1989).

Une partie du territoire villageois, appelée *aynuqa*, est divisée en autant de secteurs qu'il y a d'années dans la rotation, soit, dans la communauté des hauts plateaux boliviens qui a été le support de notre étude (Pumani, département de La Paz), trois ans de culture (pomme de terre, quinoa, orge) et dix ans de jachère pâturée par les troupeaux ovins.

Un agriculteur gère donc des parcelles lui appartenant, proches de son habitation principale (*sayaña*), qu'il exploite individuellement, intercultures comprises, et des parcelles, dans les secteurs d'*aynuqa*, qui sont soumises à des normes et décisions communales (Mayer et Fonseca, 1979). Dans cet article, nous nous intéresserons uniquement à la gestion du système d'*aynuqa*.

La reproduction de ces systèmes de culture suppose à la fois l'enchaînement de plusieurs cycles sans dégradation du milieu et le maintien des principes d'organisation sociale

qui permettent cet enchaînement. En ce qui concerne la fertilité, les seuls apports sont, dans ces systèmes fermés, les racines de la végétation naturelle et cultivée et les déjections ovines épandues lors de la plantation de la pomme de terre (Thomas, 1972). La conduite de la jachère paraît donc jouer un rôle pivot dans la pérennité de ces systèmes. Mais dans les sociétés andines, le territoire concerné par la pratique de la jachère longue - l'*aynuqa* - correspond aussi à un mode d'organisation sociale de l'espace, à des pratiques et des représentations qui sont conçus à partir de systèmes symboliques très anciens.

Il apparaît donc que la jachère longue pâturée doit être simultanément considérée sous le double aspect de «l'efficacité» technique et symbolique (Rivière, 1994) des différentes fonctions qui lui sont assignées. Ceci permet d'évaluer les impacts éventuels des changements qui tendent à émerger actuellement et qui peuvent modifier sa conduite (Pacheco, 1994). Le thème de la jachère, qui se situe à l'interface entre le naturel et le cultivé au sein d'une société où une cosmologie continue à structurer le monde (Harris et Bouysse-Cassagne, 1988), interpelle anthropologues, agronomes et pastoralistes. Nous abordons ainsi la problématique des relations qu'une société entretient avec son environnement.

Fonctions et représentations de la jachère

Dans les discours paysans, la jachère longue se justifie notamment par la nécessité de restituer un certain niveau de fertilité, indispensable avant l'ouverture d'un nouveau cycle cultural. Plutôt que de fertilité, considérée à tort par certains agronomes comme une caractéristique intrinsèque du sol, nous parlerons d'"aptitude culturale d'un milieu" (Boiffin et Sebillotte, 1982) car la notion de fertilité d'un espace agricole n'est pas indépendante des techniques appliquées, ni des systèmes de cultures mis en œuvre.

Mais la jachère est aussi un lieu de rencontre, dans l'espace et dans le temps :

- lieu de rencontre des différentes activités productives, elle joue un rôle fondamental dans la possibilité d'associer agriculture et élevage, les pivots du fonctionnement des systèmes de production en présence. La jachère est le support des ressources fourragères pour l'alimentation des troupeaux, ovins essentiellement, pour lesquels elle constitue la base du régime alimentaire (Genin et Fernandez, 1994) ; c'est aussi un moyen de permettre des transferts de fertilité pour les cultures par l'intermédiaire de la concentration d'éléments fertilisants contenus dans les déjections ovines épandues lors du semis de pomme de terre ;
- la jachère est le lieu où l'on peut prélever différents types de ressources nécessaires à la vie quotidienne de la famille, comme les plantes médicinales, alimentaires et rituelles et le combustible (provenant des arbustes prélevés sur jachère et des déjections bovines) ;
- la jachère est de plus une mémoire de la communauté qui la gère. Chacun des secteurs d'*aynuqa* conserve le souvenir de la succession des bonnes et mauvaises récoltes et, du même coup, le nom des autorités et chamans qui furent les responsables du politique et du religieux.

Ceci se traduit d'ailleurs dans le terme même d'*aynuqa* : la racine ayni — contient l'idée de réciprocité — fondamentale dans l'idéologie des sociétés andines — et désigne particulièrement les prestations en travaux agricoles, dans lesquelles le bénéficiaire doit rendre un même travail à celui qui l'a aidé. Le suffixe — nuqa introduit plusieurs sens selon le contexte où il est employé : localisation, répétition d'une action en un même lieu, etc. Le terme *aynuqa* signifierait donc originellement des échanges de travaux entre plusieurs personnes en un lieu donné.

Ainsi, si dans nos langues, le terme jachère se réfère à un certain état de la terre — "au repos" ou "travaillée" (Sigaut, 1977) —, en aymara, les jachères longues pâturées, telles qu'elles sont pratiquées sur les hauts plateaux, renvoient à des systèmes d'interprétation où se dessine une cosmologie, où s'expriment les rapports qui unissent les hommes entre eux et ceux-ci aux dieux.

Un schéma adapté de Thom par Godenzzi (1994) illustre comment, en quechua — et on retrouve en aymara les termes équivalents et les mêmes systèmes d'interprétation —, efficacité technique et efficacité symbolique doivent être associées pour que l'homme obtienne une production du milieu qu'il artificialise (figure 1). L'efficacité technique concerne la relation de l'homme à la terre, l'efficacité symbolique, celle de l'homme aux divinités. La succession des opérations culturales mise en œuvre par l'agriculteur vise à préparer la terre dans un sens favorable à l'implantation d'une culture. Ces travaux, de même que le semis, doivent être "bien faits". Les rituels, effectués par les médiateurs de la communauté, pour orienter des flux de forces dans un sens positif, doivent également être bien faits pour qu'en contrepartie soient octroyés à la fois le bien-être de la société et la fertilité du sol.

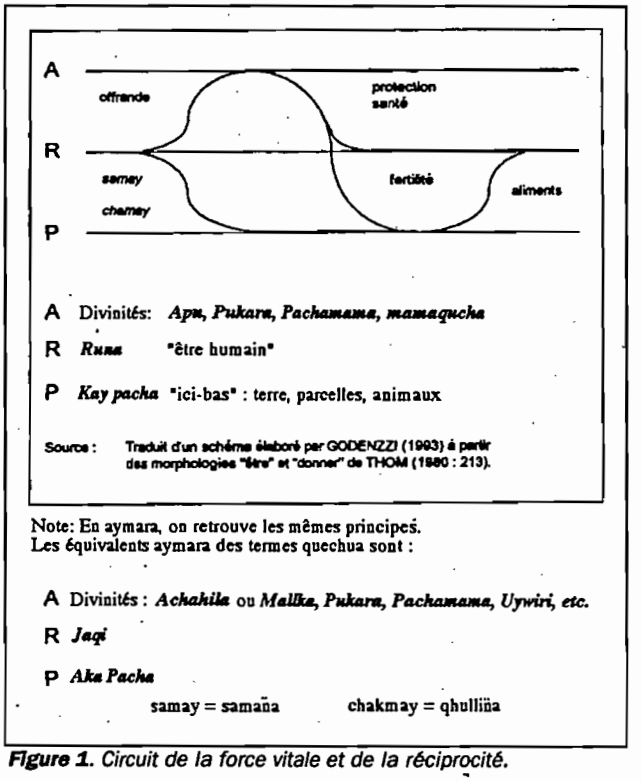


Figure 1. *Circuit de la force vitale et de la réciprocité.*

La dispersion des parcelles permet de réduire ou de répartir les risques climatiques (gelées, grêle, sécheresse) et leur inclusion dans de longs cycles de rotation de reproduire la fertilité et limiter les agents pathogènes (Morlon, 1992). Une gestion communautaire des systèmes d'*aynuqa*, réponse très ancienne adaptée à un milieu difficile (Poma de Ayala et commentaires de J.V. Murra, 1614/1987 ; Rivière, 1994), était jusqu'à présent considérée comme nécessaire pour gérer la complexité d'un espace où la recherche de la diversité écologique était essentielle. Aujourd'hui, ces principes tendent à être remis en cause par une partie de la population.

Au milieu de cette diversité de fonctions et de représentations, il paraît important aux chercheurs des sciences biologiques de caractériser les modifications induites sur les états du milieu par la pratique de la jachère pour essayer d'en évaluer les efficacités techniques.

Évolution des états du milieu en fonction de l'âge de la jachère

Dynamique de la végétation

La composition floristique est variable selon l'âge de la jachère, la topographie, la nature des sols et la conduite de la culture antérieure (Queiroz *et al.*, 1994). La couverture végétale de jachères d'âges différents (18 répétitions par âge) a été caractérisée en utilisant la méthode des points quadrats (Daget et Poissonet, 1972) ; l'objectif étant de mettre en évidence l'évolution à long terme des caractéristiques de la végétation qui s'y développe. En période sèche, on observe une augmentation soutenue de la couverture végétale, de 5 à 25 %, durant les dix premières années de jachère. Elle traduit le développement d'un arbuste de la famille des composées *(Baccharis incarum)*, peu appété par les animaux. Ensuite, la couverture végétale se stabilise entre 25 et 30 % (figure 2). En période humide, le développement d'espèces herbacées annuelles, qui représentent en réalité l'essentiel de la biomasse consommable par les troupeaux, est beaucoup plus important durant les cinq premières années de jachère. Ainsi, la biomasse consommable par les troupeaux varie peu avec l'âge de la jachère et se situe entre 200 et 270 kg de matière sèche par hectare. Ceci a permis d'estimer une capacité de charge animale de ces milieux de 0,7 à 0,9 ovin créole par hectare et par an (Fernandez, 1994).

Bilan de fertilité

Cinquante-six parcelles situées dans des secteurs d'*aynuqa* sélectionnés sur des substrats géologiques et dans des positions topographiques similaires (entre 1 et vingt ans de jachère) ont été échantillonnées en période sèche de l'année 1992, entre 0 et 20 cm de profondeur. Des analyses de laboratoire permettent de caractériser certaines composantes chimiques, physiques et biologiques de leur aptitude à produire (Hervé, 1994). Un nématode spécifique de la pomme de terre, *Globodera pallida*, pouvait en constituer un indicateur puisque sa population décroît avec les années de non-culture de la pomme de terre (Phillips, 1989). Or, aucun kyste du nématode n'a été rencontré dans 23 parcelles échantillonnées selon un taux proportionnel à l'âge de la jachère, soit dans 329 prélèvements (Esprella *et al.*, 1994). Ce n'est qu'en dehors des *aynuqa*s qu'une population d'œufs et de larves (stade juvénile J2) a été détectée dans deux parcelles : 0,25 œufs + J2/g de sol après pomme de terre, orge, 7 ans de jachère, puis de nouveau pomme de terre, orge, pomme de terre, orge ; 2,74 œufs + J2/g de sol après pomme de terre, orge, 4 ans de jachère, puis de nouveau pomme de terre, orge.

Différents éléments d'interprétation entrent en jeu, comme la fonction de piège à nématode de la culture d'orge, la durée de la jachère, la fréquence de retour de la pomme de terre. Si l'on prend comme référence les parcelles de *sayaña* où un foyer d'infestation a été décelé, il paraît risqué de réduire l'intervalle de temps entre deux cultures de pomme de terre à moins de cinq ans.

Greenland et Nye (1959) mentionnent que la mise en jachère augmente le stock de carbone et d'azote dans le sol, sous différentes formes. Dans les sols étudiés, pourtant à textures très proches, il est difficile de discerner une influence nette de la durée de la jachère (figure 3 et 4). Le taux de carbone organique est au plus bas à la fin de la période de culture ou au début de la jachère ; il tendrait ensuite à augmenter. Le taux de phosphore assimilable baisse jusqu'à dix ans de jachère et tend ensuite à se stabiliser. Cet élément est stocké dans les graminées annuelles, puis dans les racines profondes de *Baccharis incarum* dont l'installation se stabilise après dix ans de jachère. Le phosphore sera

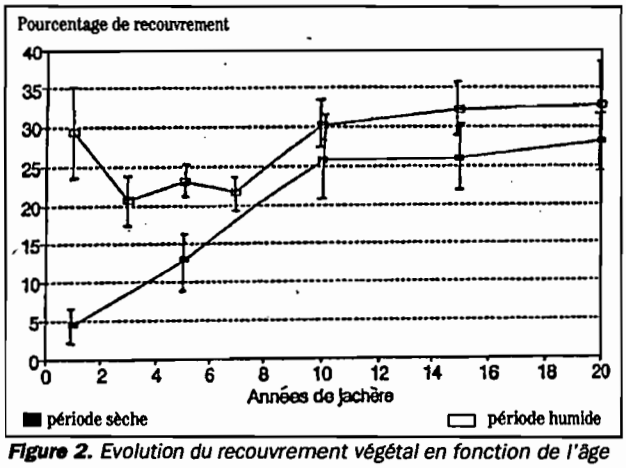


Figure 2. Evolution du recouvrement végétal en fonction de l'âge de la jachère.

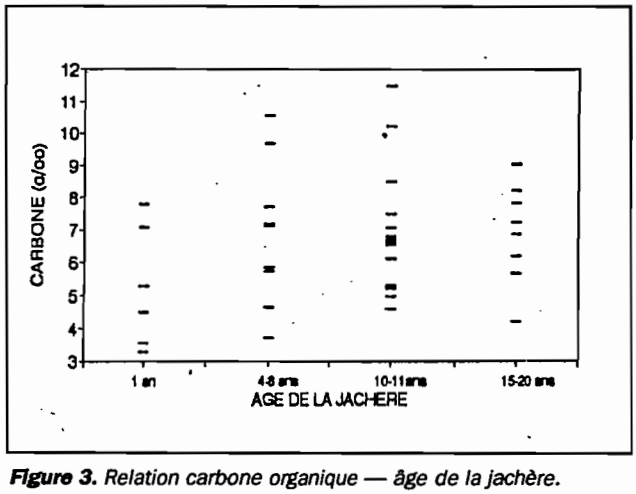


Figure 3. Relation carbone organique — âge de la jachère.

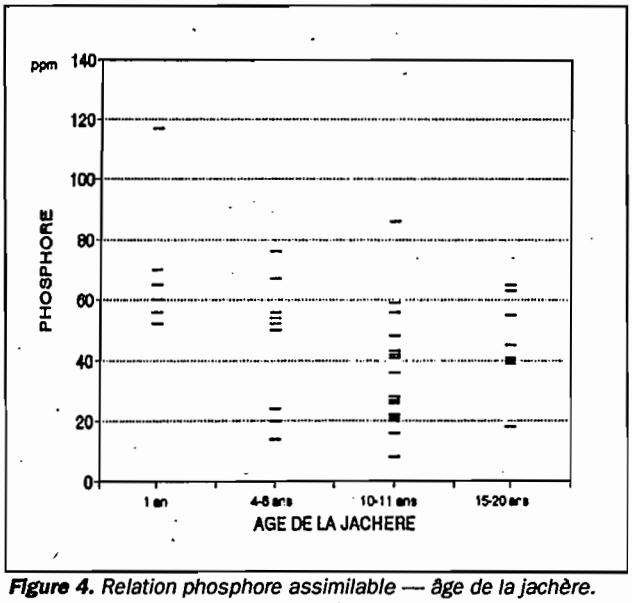


Figure 4. *Relation phosphore assimilable — âge de la jachère.*

donc en partie exporté dans la végétation pâturée et dans les arbustes extraits et non brûlés sur place. Mais une quantité, à mesurer, reste dans les racines, donc dans le sol.

La population de mycorrhizes est plus élevée à taux de phosphore bas, du fait de son rôle dans l'assimilation du phosphore ; elle est plus élevée au pied des arbustes qu'en sol nu (Cary et Hervé, 1993). Elle augmente avec l'âge de la jachère à partir de six ans. Nous avons donc, en fin de jachère, un sol pauvre en phosphore assimilable, mais riche en mycorrhizes.

Les données que nous avons traitées jusqu'à présent ne nous permettent d'apporter que des éléments partiels, par fonction, sur l'efficacité technique de la jachère longue pâturée. Les indicateurs de l'aptitude à produire du sol que nous avons étudiés ne révèlent pas une amélioration claire et sans appel de la fertilité. De la même manière, l'apport fourrager total par unité de surface n'augmente pas avec l'âge de la jachère, même si la distribution temporelle, sur un cycle annuel, de l'offre fourragère présente des variations. En revanche, la disponibilité en biomasse combustible, étant donné l'évolution de la végétation observée, paraît atteindre son apogée après dix années de jachère.

Ces conclusions partielles constituent néanmoins des éléments pour l'évaluation des tentatives actuelles de modifications dans la conduite de ces systèmes de culture, qui devront être complétés par la prise en compte des hiérarchies entre fonctions assignées à la jachère et de leurs interactions.

Changements actuels

On observe dans les Andes des évolutions assez générales sur le long terme : accroissement démographique, morcellement et privatisation des terres, scission des communautés, développement de l'élevage bovin associé à des cultures fourragères, réduction de la durée de la jachère (Mayer, 1979).

Les changements ont des causes endogènes (démographie, innovations introduites par certains *communarios*), exogènes (migrations, modification des termes de l'échange des produits agricoles, influence des organismes de développement, de nouvelles églises), ou bien sont provoqués par des événements précis (sécheresse de 1983, par exemple) ou inscrits dans l'histoire du pays (guerre du Chaco, réforme agraire). Les dynamiques que l'on peut identifier aujourd'hui à propos de la réduction de la durée de la jachère ne sont pas isolables de ces tendances.

En particulier, les systèmes d'interprétation véhiculés par la radio, l'école, les migrants, les nouveaux groupes religieux, les membres des organismes de développement ou les jeunes passés par les universités remettent en cause un certain ordre du monde, modifiant la cosmologie traditionnelle ou la rendant moins prégnante. La communauté est, et a toujours été, un lieu de tension et d'enjeux, un faisceau d'intérêts contradictoires ; or, si ceux-ci ont pu être socialement contrôlés par tout un arsenal de pratiques et de croyances, ce n'est plus le cas aujourd'hui (Carter et Albó,1988).

Quels effets ces changements ont-ils sur les représentations de la "nature"? Les discours font tous état de récoltes plus pauvres aujourd'hui, de fléaux climatiques répétés, sans que l'on ait pu démontrer statistiquement qu'ils soient plus fréquents qu'autrefois. Ces interprétations doivent être perçues comme l'expression d'une perte du savoir qui fixait les règles de l'efficacité symbolique. Lorsque les paysans disent des multiples signes naguère utilisés dans le système de divination pour prévoir le temps ou la qualité de la future récolte qu'ils se trompent, c'est bien de cela qu'il s'agit.

La perte d'unanimité et de rigueur quant à la participation aux charges et rituels collectifs est aujourd'hui l'explication la plus souvent fournie pour rendre compte des problèmes vécus et de plus grandes difficultés pour produire.

Nous assistons dans cette société à une crise des systèmes de représentation, dont une illustration est la modification des rapports qu'entretiennent les hommes avec la «nature» : on y voit apparaître de la discontinuité et une sorte de désenchantement du monde, mais aussi se confronter tradition, culture et une modernité plus ou moins maîtrisée et voulue. Dans ces conditions, comment concilier une interprétation selon laquelle la terre donne ou produit tant que fonctionne la réciprocité généralisée entre les hommes et les dieux avec une réalité qui montre des signes de finitude (érosion, terres non extensibles, morcellement) ou des conceptions selon lesquelles la productivité s'accroît seulement si l'on introduit de nouvelles technologies ?

Dans ce contexte, les différents chercheurs, depuis les champs épistémologiques propres à leur discipline, peuvent confronter leurs points de vue dans un dialogue qui restera partiel et sans doute partial ; l'intérêt d'une approche systémique, et dans ce cas interdisciplinaire, est de les mettre en situation d'interlocuteurs vis-à-vis des principaux intéressés, les paysans aymaras. Ils sont alors à même de proposer, en réponse aux questions des agriculteurs, une palette d'alternatives — parfois intégrées, parfois contradictoires — plutôt qu'une voie unique et présentée comme absolue, qui n'est peut-être pas celle que ces derniers recherchent.

Références bibliographiques

Boiffin J., Sébillotte M., 1982. Fertilité, potentialité, aptitudes culturales, signification actuelle de l'agronomie. BTI, 370/372: 345-353.

Carter W., Albó X., 1988. La comunidad aymara: un mini-estado en conflicto. *In : X. Albó (Comp.), Raíces de América : el mundo aymara.* UNESCO-Alianza Editorial, Madrid, 451-492.

Cary (de) R., Hervé D., 1993. La actividad microbiologica del suelo, indicador de una restauracion de la fertilidad. *In : Dinamicas del descanso de la tierra en los Andes.* D. Hervé, D. Genin et G. Rivière éds., La Paz, Bolivie, ORSTOM (sous presse).

Daget P., Poissonet J., 1972. Une méthode d'estimation de la valeur pastorale des pâturages. Fourrages, 49: 31-39.

Esprella R., Hervé D., Franco J., 1993. Control del nematodo quiste de la papa Globoderra pallida con descanso largo manejado comunalmente.*In : Dinamicas del descanso de la tierra en los Andes.* D. Hervé, D. Genin et G. Rivière éds., La Paz, Bolivie, ORSTOM (sous presse).

Fernandez J., 1994. *Calendarios forrajeros y practicas ganaderas en una comunidad agropastoril del altiplano boliviano.* Tesis Ing. Agr., UMSA, La Paz, Bolivie, 132 p.

Genin D., Fernandez J., 1993. Uso pastoril de las tierras en descanso en una comunidad agropastoril del altiplano boliviano.*In : Dinamicas del descanso de la tierra en los Andes.* D. Hervé, D. Genin et G. Rivière éds., La Paz, Bolivie, ORSTOM (sous presse).

Greenland D.J., Nye P.H., 1959. Increases in the carbon and nitrogen contents of tropical soils under natural fallows. J. Soil Sci., 2: 284-299.

Godenzzi J.C., Vengoa J., 1993. Representaciones en quechua de los conceptos de descanso, barbecho y fertilidad del suelo. *In : Dinamicas del descanso de la tierra en los Andes.* D. Hervé, D. Genin et G. Rivière éds., La Paz, Bolivie, ORSTOM (sous presse).

Harris O., Bouysse-Cassagne T., 1988. Pacha : en torno al pensamiento aymara.*In : X. Albó (Comp.), Raíces de América : el mundo aymara.* UNESCO-Alianza Editorial, Madrid, 217-274.

Hervé D., 1993. Respuesta de los componentes de la fertilidad del suelo a la duracion del descanso. *In : Dinamicas del descanso de la tierra en los Andes.* D. Hervé, D. Genin et G. Rivière éds., La Paz, Bolivie, ORSTOM (sous presse).

Kervyn B., CEDEP AYLLU, 1989. Campesinos y accion colectiva: la organizacion del espacio en comunidades de la sierra sur del Peru. Rev. Andina, año 7, n° 1: 7-60.

Mayer E., 1979. Land use in the Andes - Ecology and agriculture in the Mantaro valley of Peru with spécial reference to potatoes. CIP, Lima.

Mayer E., Fonseca C., 1979. Sistemas agrarios en la cuenca del rio Cañete. Instituto indigenista interamericano.

Morlon P., 1992. *Comprendre l'agriculture paysanne dans les Andes centrales.* INRA, Paris, 522 p.

Orlove B., Godoy R., 1986. Sectorial fallowing systems in the Central Andes. J. Ethnobiol., 6(1): 169-204.

Pacheco L., 1994. El sistema de *aymuqa* de Pumani : dinamicas y tendencias. *In : Dinamicas del descanso de la tierra en los Andes.* D. Hervé, D. Genin et G. Rivière éds, La Paz, Bolivie, ORSTOM (sous presse).

Phillips M.S., 1989. The rol of cyst nematods in crop rotations in potato. *In : Effects of crop rotation on potato production in the temperate zones.* J. Vos *et al.* éds : 95-109.

Poma de Ayala F.G., 1614/1987. *Nueva cronica y buen gobierno.* J.V. Murra, R. Adorno et J. Urioste, 3 vol., Madrid.

Queiroz (de) J., Barrera C., Valdivia J., 1994. La estructura y composicion botanica de los campos agricolas de la comunidad de San Jose llanga, altiplano central, en funcion de los suelos y periodo de descanso. *In : Dinamicas del descanso de la tierra en los Andes.* D. Hervé, D. Genin et G. Rivière éds., La Paz, Bolivie, ORSTOM (sous presse).

Rivière G., 1994. El sistema de *aymuqa*. Memoria e historia de la comunidad (Comunidades aymaras del altiplano boliviano). *In : Dinamicas del descanso de la tierra en los Andes.* D. Hervé, D. Genin et G. Rivière éds., La Paz, Bolivie, ORSTOM (sous presse).

Sebillotte M., 1989. *Fertilité et systèmes de prodution.* INRA, Paris, 369 p.

Sigaut F., 1977. Quelques notions de base en matière de travail du sol dans les anciennes agricultures européennes. JATBA, 24(2-3): 139-171.

Thomas R.B., 1972. *Human adaptation to a high andean Energy flow system.* Ph.D. Diss., Dept. Anthropology, Pennsylvania State Univ., 181 p.

Sistemas de informaciones geográficas como instrumento complementario para la evaluación de sistemas de producción sostenibles

Miranda E.E. ; Dorado A.J.

ECOFORÇA, Pesquisa y desenvolvimiento, rua José Inocêncio de Campos, 148, Cambuí, Campinas, SP Brasil

Resumen

Evaluar la sostenibilidad de varios sistemas de producción, actuando e interactuando entre varias propiedades rurales a nivel de cuenca hidrográfica, comunidad o municipio es una tarea compleja. Para el equipo de ECOFORÇA se plantearon varias cuestiones y desafíos metodológicos en este tipo de caracterización y evaluación de una agricultura sostenible, muchos de ellos relacionados a escalas de tiempo y espacio. Actualmente en el Brasil las tentativas de evaluación de la sostenibilidad de los sistemas de producción se han limitado al nivel de finca. Muchos sistemas que presentan alta sostenibilidad a nivel de propiedad rural, cuando son generalizados a una región pueden causar catástrofes ambientales. En este sentido faltan metodologías que permitan evaluar la sostenibilidad agrícola de sistemas de producción, integrados en sistemas socio económicos más amplios desde un punto de vista espacial y temporal. Con el apoyo de la Red Internacional de Metodologías de Investigación de Sistemas de Producción (RIMISP), ECOFORÇA ha desarrollado para el municipio de Campinas un proyecto con los siguientes objetivos: (a) desarrollar una metodología, basada en sistemas de informaciones geográficas (GIS) para caracterizar en forma integrada la capacidad del uso agrícola de los recursos de suelo, agua y vegetación en áreas de pequeña agricultura, a escala microrregional ; (b) consolidar una metodología de caracterización del uso actual de las tierras y de los principales sistemas de producción, que valorice los recursos instrumentales ofrecidos por los GIS en áreas de pequeña agricultura, a escala microrregional ; (c) desarrollar una metodología, apoyada en GIS, de caracterización del impacto ambiental de la actividad agrícola a escala microrregional sobre el suelo, el agua, el aire, la vegetación y la fauna ; (d) consolidar una metodología de evaluación de la sostenibilidad de los sistemas de producción de los pequeños agricultores, apoyada en GIS, a escala de comunidades, cuencas o municipios (microrregional).

Abstract

Geographic Information Systems as Complementary Tools for Evaluating Sustainable Farming Systems

It is difficult to evaluate the sustainability of farming systems practiced on farms that depend on different hydrographic basins, rural communities or districts. The ECOFORCE team had to overcome various problems before succeeding in identifying and evaluating sustainable farming practices. The team decided to address a number of methodological problems—largely temporal and spatial—identified. At present, attempts to evaluate the sustainability of farming systems in Brazil have been limited to farm level. If the variety of sustainable systems existing at farm level were generalized to regional level, environmental crisis may result. There is a lack of methodology for assessing the agricultural sustainability of farming systems integrated in socioeconomic systems that are temporally and spatially more extensive. Together with the Red Internacional de Methodologias de Investigación de Sistemas de Producción (RIMISP), ECOFORCE has developed a project for the Brazilian district of Campinas with the following objectives: (a) to develop a methodology based on geographic information systems (GIS) to identify, in integrated form, the potential of exploitation of soil, water, and plant resources at microregional level in areas characterized by small farmholdings; (b) to consolidate a method based on GIS tools for characterizing current land use and identifying major farming systems at microregional level in areas characterized by small farmholdings; (c) to develop a GIS-based methodology for characterizing the microregional impact of farming practices on the environment (soil, water, air, flora, and fauna); and (d) to consolidate a GIS-based methodology for evaluating the sustainability of the farming systems of resource-poor farmers in the community, hydrographic basin or district (microregional).

Résumé

Systèmes d'information géographique comme outils complémentaires pour l'évaluation de systèmes de production durables

L'évaluation de la durabilité de différents systèmes de production est une tâche complexe lorsqu'elle porte sur des exploitations agricoles qui ne dépendent pas du même bassin hydrographique, de la même communauté ou de la même commune. L'équipe d'ECOFORÇA s'est heurtée à certains problèmes pour parvenir à identifier et évaluer une agriculture durable et a lancé plusieurs défis méthodologiques qui étaient pour la plupart liés à des questions de temps et d'espace. Actuellement, les tentatives d'évaluation de la durabilité des systèmes de production au Brésil se limitent à l'exploitation agricole. De nombreux systèmes durables à l'échelle de l'exploitation agricole peuvent se traduire en catastrophes pour l'environnement s'ils sont généralisés à l'échelle d'une région. Dans ce sens, il manque des méthodologies qui permettent d'évaluer la durabilité agricole de systèmes de production intégrés dans des systèmes socio-économiques plus vastes sur le plan spatial et temporel. Avec le soutien du RIMISP (Red Internacional de Methodologías de Investigación de Sistemas de Producción), ECOFORÇA a développé pour la commune de Campinas un projet ayant les objectifs suivants : (a) développer une méthodologie basée sur des systèmes d'information géographique (GIS) pour identifier sous forme intégrée les possibilités offertes par l'exploitation agricole des ressources du sol, de l'eau et des plantes à une échelle microrégionale, dans des zones caractérisées par de petites exploitations agricoles ; (b) consolider une méthodologie d'identification de l'exploitation actuelle de la terre et des principaux systèmes de production qui mette en valeur les outils fournis par le GIS dans les zones de petite agriculture à une échelle microrégionale ; (c) développer une méthodologie, avec le soutien des GIS, pour l'identification de l'impact des activités agricoles sur l'environnement à une échelle microrégionale, et plus précisément sur le sol, l'eau, l'air, la faune et la flore ; (d) consolider, avec le soutien des GIS, une méthodologie d'évaluation de la durabilité des systèmes de production des petits agriculteurs au niveau des communautés, des bassins hydrographiques ou des communes (microrégional).

Introducción

Evaluar la sostenibilidad de un sistema de producción es una tarea compleja para la cual no existen todavía parámetros y métodos suficientemente definidos y aceptados en forma universal.

Estas dificultades adquieren otra naturaleza cuando se trata de evaluar la sostenibilidad de varios sistemas de producción (Gallopin et al., 1989) (Robinson, 1990), actuando y relacionándose entre varias propiedades rurales, a nivel de una cuenca hidrográfica, comunidad rural o municipio. Para el equipo de ECOFORÇA se plantearon varias cuestiones y desafíos metodológicos en este tipo de caracterización y evaluación de la sostenibilidad agrícola (Conway y Barbier, 1988) (IICA, 1991) (Miranda y Berdegue, 1990), muchos de los cuales estando en relación con problemas de escalas temporales y espaciales.

Problemas de metodologías

En primer lugar, existe un conflicto entre la escala de la pequeña propiedad rural y la escala del paisaje rural (Forman y Godron, 1981). La investigación agrícola y la extensión rural han definido y propuesto sistemas de producción altamente sostenidos a nivel de propiedad rural : poco impacto ambiental, bajo consumo de recursos naturales, gran excedente de producción, buena productividad, etc. Sin embargo, cuando estos sistemas se generalizan a nivel de una cuenca hidrográfica o de una región, pueden convertirse en una tragedia, provocando agotamiento de acuíferos, generalización de procesos erosivos, quedas de precio por exceso de oferta, pululación de plagas y enfermedades, etc. (Redclif, 1989). Se trata de sistemas eficientes a pequeña escala pero irreproducibles a amplia escala. En otras palabras, la sostenibilidad agrícola de un sistema de producción o de una propiedad no es siempre la misma, si es considerada sobre un conjunto de fincas. En el primer caso ya existen parámetros y experiencias disponibles en la RIMISP ; en el segundo no existen métodos o metodologías que puedan integrar satisfactoriamente una gran variedad de datos agroecológicos y socioeconómicos, georreferenciados e interrelacionados, para evaluar la sostenibilidad de un conjunto de propiedades (Winterbottom y Hazlewood, 1987).

En segundo lugar, muchos sistemas agrícolas denominados sostenidos están basados en una externalización de los costos ambientales de la producción. Aparecen con buena sostenibilidad ambiental, en la medida en que no se evalúe con rigor y de forma circunstanciada su impacto ambiental en el conjunto de los sistemas ecológicos, agrícolas y socioeconómicos (Viglizzo y Roberto, 1989). Frecuentemente actividades como la producción frutícola, la floricultura, la cría de camarones, de porcinos, complejos agroindustriales de alcohol y azúcar, etc., presentan un fuerte impacto ambiental en los ríos, en los acuíferos de régimen hipodérmico, en la calidad del aire y en la salud humana. La internalización de esos costos inviabilizaría muchos de esos sistemas, incluso si se exigiera tan sólo una reposición parcial de los recursos naturales consumidos o afectados. Simples cambios en las legislaciones ambientales han vuelto no viables a sistemas hasta entonces considerados como sustentables.

En ese sentido faltan metodologías que permitan una evaluación de la sostenibilidad agrícola de los sistemas de producción, considerándolos integrados a sistemas ecológicos y socioeconómicos más amplios desde el punto de vista espacial y temporal.

A estas dificultades de integrar varios niveles de percepción espacial en la evaluación de los sistemas de producción, se agregan las cuestiones de escala temporal (Tricart y Kilian, 1979). Los ciclos de la producción agrícola raramente corresponden a los de evaluación o monitoreo de los fenómenos ambientales (pedogénesis, morfogénesis, pérdida de fertilidad, compactación, acidificación, reducción de la biodiversidad, obstrucción de ríos, etc.). Tanto en el sen-

tido de reconstituir historias pasadas, como para realizar proyecciones y simulaciones sobre el futuro de los sistemas de producción, raramente se consigue integrar variables ambientales que en general se expresan de forma cualitativa y cuantitativa y exigen una expresión georreferenciada, que los modelos estrictamente numéricos no son capaces de traducir. El análisis de la dinámica espaciotemporal del uso de las tierras, en una propiedad o en una región, es el ejemplo típico de una cuestión cuyo tratamiento estrictamente numérico se muestra insuficiente.

Evaluaciones preliminares realizadas por el equipo de ECOFORÇA en la región de Campinas (Estado de São Paulo) evidencian un fuerte condicionamiento de las actividades agropastoriles, relativo a factores de orden edáficos y ambientales, a escala microrregional. Esta constatación contradice toda una serie de afirmaciones y conceptos desarrollados por algunos economistas rurales, según los cuales la modernización agropecuaria convertiría a la economía agraria, relativamente independiente de las limitaciones relacionadas a la fertilidad de las tierras. Justamente en esta región que se sitúa próxima a los grandes centros de consumo y de exportación, donde más se acumulan capitales y donde el acceso a la tecnología moderna es más facilitado, no se verifica esta liberación frente a los condicionantes primarios de la producción vegetal y animal.

Teniendo en cuenta la falta de estudios detallados que comprueben lo contrario, el condicionamiento ejercido por los factores primarios continúa siendo tratado como un mero resquicio de las escuelas deterministas del pasado, comprometiendo en la práctica la sostenibilidad de los sistemas de producción. Siendo así, uno de los únicos medios de probar el grado de correlación entre medio ambiente, actividades agropecuarias y sostenibilidad de los sistemas de producción, pasa por la ejecución de estudios que comparen el uso agrícola con el sustrato físico donde se asientan, evaluando el impacto ambiental de los sistemas de producción, su sostenibilidad y equilibrio.

Este trabajo se propone valorizar la utilización de la herramienta metodológica que representan hoy los GIS.

Objetivos

Objetivos generales

El principal objetivo de este trabajo fue desarrollar una metodología de caracterización y evaluación de la sostenibilidad agrícola, sobre conjuntos de pequeñas propiedades con diferentes sistemas de producción, a escala microrregional (comunidad, cuenca o municipio).

Objetivos específicos

- Desarrollar una metodología apoyada en GIS para caracterizar, de forma integrada, la capacidad de uso agrícola de los recursos de suelo, agua y vegetación en áreas de pequeña agricultura, a escala microrregional ;
- consolidar una metodología de caracterización del uso actual de las tierras y de los principales sistemas de producción, que valorice los recursos instrumentales ofrecidos por los GIS en áreas de pequeña agricultura, a escala microrregional ;
- desarrollar una metodología, apoyada en GIS, de caracterización del impacto ambiental de la actividad agrícola, a escala microrregional ;
- consolidar una metodología de evaluación de la sostenibilidad de los sistemas de producción de los pequeños agricultores, apoyada en GIS, a escala de comunidades, cuencas o municipios (microrregional).

Material y métodos

Descripción del área de estudio

El municipio de Campinas se localiza en la región centro oeste del Estado de São Paulo, Brasil (latitud 22°53'S y longitud 47°05'O), abarcando un área de aproximadamente 781 km^2, fuertemente agrícola, urbanizada e industrializada. La geología y los suelos del municipio son bastante diversificados. La región está situada justamente en el contacto entre los terrenos sedimentarios del período permocarbonífero de la era paleozoica de la cuenca del Paraná y del embasamiento cristalino del escudo brasileño de la edad precámbrica. Presenta cuerpos de rocas básicas intrusivas que dan origen a tierras rojas y latosuelos rojos. Campinas está próxima al Trópico de Capricornio, lo que la aproxima a un clima tropical, aunque esté modificado por la altitud que, variando entre 500 y 1 100 m, induce un cierto carácter subtropical. Las precipitaciones varían entre 1 300 y 1 500 mm por año.

Equipos y programas

La configuración digital básica utilizada incluye el GIS y el Sistema de tratamiento de imágenes de satélite (SITIM).

Metodología por objetivos

Cuatro procedimientos metodológicos, en el contexto de la pequeña agricultura, y basados en la valorización del uso de GIS, están siendo desarrollados, probados y consolidados por el proyecto, ligados a sus cuatro objetivos temáticos :

- capacidad de uso agrícola de las tierras ;
- uso actual de las tierras y sistemas de producción ;
- impacto ambiental de las actividades agrícolas ;
- sostenibilidad microrregional.

Los itinerarios metodológicos están basados en una única estructura georreferenciada (GIS/INPE), y en una única escala (1:100 000).

Principales etapas metodológicas

Existen tres tipos de cobertura vegetal original en el municipio : forestas, sabanas y campos. A pesar de la fuerte antropización, existen aproximadamente 300 especies de vertebrados, constituyendo las poblaciones animales del área de estudio. La composición, estructura y distribución de estos poblamientos parecen estar extremadamente condicionadas por las actividades agrosilvopastoriles.

Tres tipos principales de cultivos se encuentran en la región de Campinas : perennes (café, citricultura y silvicultura), anuales (maíz, arroz, algodón, poroto) y semiperennes (caña de azúcar, mandioca), con fuerte dinámica espaciotemporal, las cuales se agregan a zonas de hortalizas y frutas periurbanas. El número de establecimientos agrícolas en el municipio de Campinas es de 637, ocupando un área de 36

291 ha. Los pequeños agricultores del municipio (propiedades menores de 50 ha) representan el 77,9% del total de los establecimientos agrícolas, concentrando 4 547 ha (el 12,0% de las tierras disponibles).

El principal cultivo semiperenne del municipio es la caña de azúcar que posee una vasta extensión territorial. Se cultiva principalmente sobre suelos fértiles y con topografía poco accidentada. Este cultivo se practica sobre grandes extensiones y, debido a su importante capitalización, viene presentando una dinámica de ocupación muy grande. Estas características, junto a la ocupación antrópica, propiciaron una gran fragmentación del paisaje. Al mismo tiempo promovieron usos muy diversificados de las tierras, ofreciendo condiciones favorables a centenas de especies de vertebrados bien adaptados a esta nueva situación.

Para conseguir los objetivos propuestos fue constituído un banco de datos para informaciones espacialmente geocodificadas, el GIS del proyecto. Sus principales componentes son :
- un subsistema de entrada de datos ;
- un subsistema de almacenamiento y recuperación de datos espaciales en una forma que posibilita un acceso eficiente a los datos ;
- un subsistema de manipulación que permite analizar y generar datos derivados ;
- un subsistema para presentación de los datos tanto en la forma tabular como gráfica.

Para la evaluación y mapeamiento de la capacidad de uso agrícola de las tierras con base en GIS (objetivo 1), fue considerado que existían algunas metodologías consagradas para evaluar y mapear la capacidad de uso agrícola de los suelos. En este caso se optó por la denominación tierras, pues su base será más amplia que la pedológica, incluyendo aspectos hídricos y de relieve, con procedimientos de mapeamiento esencialmente digitales.

Las principales etapas metodológicas y operacionales que fueron aplicadas, probadas y evaluadas son las siguientes :
- digitalización de las curvas de nivel (cartas 1:50 000) ;
- generación digital por el GIS del mapa hipsométrico ;
- generación digital por el GIS del mapa de declividades ;
- generación en campo del mapa pedológico ;
- digitalización del mapa pedológico ;
- generación digital por el GIS del mapa de erodabilidad ;
- generación digital por el GIS del mapa de aptitud agrícola ;
- generación del mapa hidrográfico, cuencas y subcuencas ;
- digitalización del mapa hidrográfico, cuencas y subcuencas ;
- generación en campo del mapa de habitats ;
- digitalización del mapa de habitats ;
- integración de los mapas de aptitud y habitats, usando las rutinas de manipulación y consulta del GIS ;
- análisis, corroboración y síntesis sobre los métodos de evaluación de la capacidad de uso de las tierras.

La caracterización del uso actual de las tierras y de los principales sistemas de producción, con base en GIS (objetivo 2), fue realizada a partir de imágenes multiespectrales de satélite (Landsat TM 5 y Spot), de cartas topográficas del Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE) y de confirmaciones en campo. Las principales etapas metodológicas y operacionales que fueron aplicadas, probadas y evaluadas son las siguientes:
- elaboración de las referencias del mapa, caracterizando los principales usos actuales de las tierras, en función del tipo de cobertura vegetal, desde los más estables (forestas, reforestamientos, lagos, etc.) hasta los más inestables (cultivos anuales) ;
- delimitación preliminar de los principales agroecosistemas de la región de Campinas, a partir de imágenes de satélite Landsat TM y Spot, en combinación de falso color, con escala de 1:100 000 ;
- tratamiento digital de las imágenes de satélite en el SITIM para la realización de análisis ;
- combinación del tratamiento visual y del digital en cerca de 10 temas, tipos de uso u ecosistemas y agroecosistemas ;
- verificaciones aéreas y terrestres. Identificación y mapeamiento de los usos agrícolas de forma definitiva ;
- digitalización del mapa de uso de las tierras ;
- identificación y descripción de los principales sistemas de producción (ECOFORÇA viene realizando un levantamiento sistemático del municipio, a nivel de los pequeños productores, que será complementado con datos referentes a los medios y grandes agricultores, siguiendo las metodologías aplicadas con éxito por el equipo en otras regiones del Brasil) ;
- mapeamiento de la repartición espacial de los principales sistemas de producción en interacción con el uso de las tierras ;
- cuantificación de la importancia relativa de los sistemas de producción, en función del área ocupada y las propiedades involucradas ;
- evaluación de la variabilidad de los sistemas de producción, en el interior de los principales usos de las tierras, y mapeamiento de las isolíneas de producción y productividad ;
- calificación y clasificación de los impactos ambientales de los sistemas de producción en directos e indirectos, temporarios y permanentes, locales y regionales ;
- cuantificación de los impactos ambientales de los sistemas de producción para 1 hectárea de cada tipo de uso, apoyado en los trabajos de campo y en datos de literatura ;
- creación de un banco de datos numéricos no georreferenciados, con los principales impactos ambientales de los sistemas de producción ;
- análisis, verificación y síntesis de los métodos de caracterización del uso actual de las tierras y de los principales sistemas de producción.

La evaluación y mapeamiento del impacto ambiental de las actividades agrícolas con base en GIS (objetivo 3), a través de las rutinas disponibles, fueron realizados por cruzamientos entre el grupo de datos numéricos, sobre los sistemas de producción y la base de datos cartográficos en el GIS. El objetivo fue evaluar dentro de diferentes situaciones el impacto ambiental de las actividades agrícolas sobre el suelo, el aire, las aguas de superficie, la fauna y la vegetación natural.

Este banco de datos fue articulado, a través del GIS, con las unidades de uso de las tierras mapeadas, dentro de tres situaciones (una de máxima, una de mínima y una media). Por ejemplo : 1 hectárea de caña de azúcar utiliza como mínimo 4 litros de herbicidas. Eso permite proyectar cartográficamente, en el mapa de uso y de la red hidrográfica, una

determinada cantidad probable de herbicida en las aguas de superficie. Un escenario medio o uno de máxima también pueden ser simulados.

Las principales etapas metodológicas y operacionales aplicadas, probadas y evaluadas son las siguientes :

- generación de los mapas de impacto ambiental para cada tipo de uso de las tierras o sistema de producción dominante :
  - en términos de suelos ;
  - en términos de aire ;
  - en términos de recursos hídricos superficiales ;
  - en términos de fauna ;
  - en términos de vegetación.
- verificaciones aéreas y terrestres. Implementación de tres escenarios de impacto ambiental (mínimo, medio y máximo) para cada recurso natural ;
- generación de un mapa de síntesis final sobre los impactos ambientales de cada sistema de producción, a partir de los mapas de los impactos para cada tipo de recurso natural (suelo, aire, aguas superficiales, fauna y vegetación) ;
- consolidación de esos mapas en un mapa único, sobre las áreas críticas de impacto ambiental, de las actividades agrícolas por recurso ;
- análisis, verificación y síntesis de los métodos de evaluación del impacto ambiental de las actividades agrícolas, de los principales sistemas de producción.

Finalmente para evaluar la sostenibilidad agrícola a escala microrregional (objetivo 4), se realizaron cruzamientos entre el grupo de datos numéricos sobre sistemas de producción, y la base de datos cartográficos en el GIS, tratando de evaluar la dinámica espaciotemporal del uso de las tierras y las interacciones entre los diversos sistemas de producción. Al mismo tiempo se evaluó la sostenibilidad microrregional con énfasis en la pequeña agricultura.

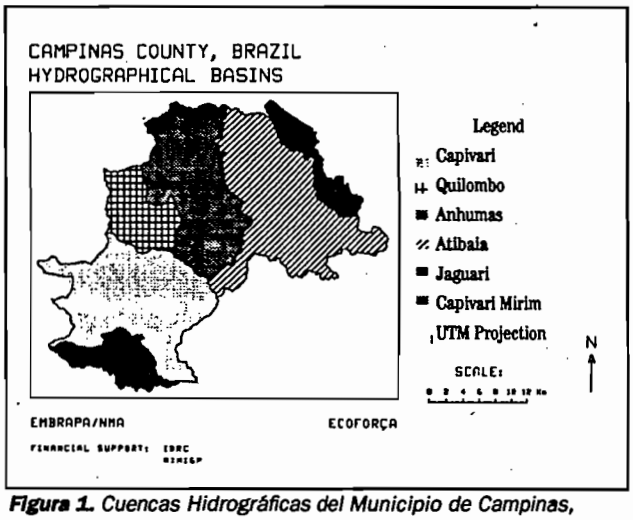


Figura 1. *Cuencas Hidrográficas del Municipio de Campinas, Brasil.*

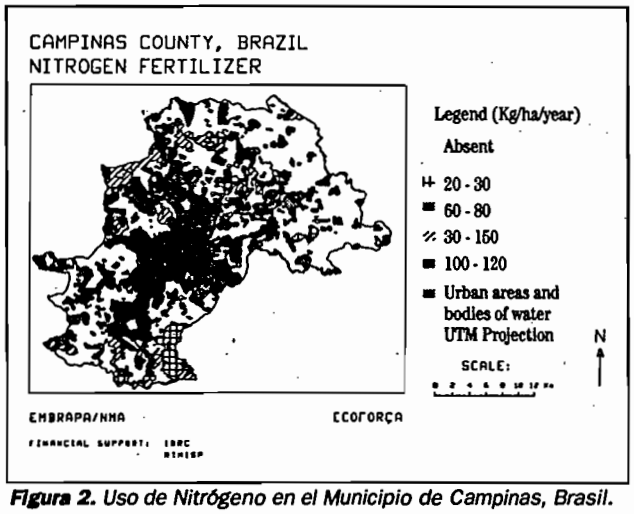


Figura 2. *Uso de Nitrógeno en el Municipio de Campinas, Brasil.*

Resultados y conclusiones

Lo esencial de los resultados obtenidos es de naturaleza cartográfica y son de difícil presentación en un trabajo como este. Fueron generados 32 mapas temáticos y sintéticos a lo largo de las distintas etapas del trabajo, con escala de 1:50 000. A continuación se presentan a título de ejemplo los mapas de cuencas hidrográficas y de niveles de nitrógeno (figuras 1 y 2), con sus leyendas simplificadas para una presentación en blanco y negro y a escala reducida.

El interés del uso del GIS en este trabajo fue el de permitir la articulación entre las unidades de uso de las tierras (geocodificadas) y los sistemas de producción practicados (base de datos constituída con los indicadores técnicos obtenidos en el seguimiento de fincas). Varios patrones de repartición espacial han podido ser establecidos en series numéricas cuyos parámetros de distribución no indican esas "subpoblaciones".

Todas las cartas relativas a los impactos ambientales de la actividad agrícola en Campinas fueron construídas en el GIS, en base a esa doble articulación. La mayor dificultad está en los casos en que, a un uso de tierras corresponden dos o tres sistemas de producción distintos (p. e. pastizales x ganadería x lechería). Para lograr la espacialización de los coeficientes técnicos en estos casos, fue necesaria una articulación mínima con las tenencias fundiarias y el catastro rural. Esta acción es costosa de hacerse y probablemente imposible en zonas rurales remotas del Brasil por falta de datos catastrales.

En términos de integración cartográfica (combinación de varios mapas temáticos), es necesaria la construcción de un extenso archivo de reglas en programa Norton previendo todas las combinaciones posibles y probables de los temas y resultados decorrentes. Esta etapa necesitó una gran participación de especialistas en ecología, pedología, agronomía, climatología, etc...

El equipo pretende en el futuro examinar la posibilidad de crear, por tipos de agroecosistemas, algunos sistemas especializados para simplificar esas caracterizaciones. Esta actividad se realizará en forma integrada con la capacidad del uso agrícola de los recursos de suelo, agua y vegetación en áreas de pequeña agricultura y en escala microrregional, basada en GIS, evitando las actuales construcciones de archivos de reglas.

Las actividades desarrolladas en el proyecto y sus corroboraciones en campo permiten que se considere consolidada la metodología de caracterización del uso actual de las

tierras y de los principales sistemas de producción. A la base del estudio fueron los recursos instrumentales ofrecidos por los GIS en áreas de pequeña agricultura, a escala microrregional.

El desarrollo de la metodología apoyada en GIS de caracterización del impacto ambiental de la actividad agrícola, a escala microrregional, ha logrado resultados simples y pertinentes, en cuanto al impacto individual de los insumos agrícolas (herbicidas, nitrógeno, etc.) sobre el suelo, el agua y el aire. Los puntos relativos a la vegetación natural sólo han sido desarrollados en lo que se refiere a desmontes y quemas. La parte de fauna se limitó a una evaluación de la interacción entre los usos de tierras, los sistemas de producción y los habitats faunísticos. Todos estos aspectos deberán ser más desarrollados en el futuro.

El trabajo es más que una simple comparación de capacidad de uso de tierras con uso actual, pero no llega a ser un balance completo a nivel de los recursos involucrados.

La metodología de evaluación de la sostenibilidad de los sistemas de producción de los pequeños agricultores, apoyada en GIS, a escala de comunidades, cuencas o municipios no puede ser considerada como consolidada. El trabajo ayudó en la definición de los fenómenos que necesitan ser sostenidos a nivel de la región. Al mismo tiempo, logró definir las mejores variables o indicadores para monitorear esos fenómenos y definió los valores numéricos o intervalos de valores, a partir de los cuales se podría considerar sostenible o no un sistema de producción (no aislado por el contexto microrregional). Este trabajo, en su corto período de realización, no ha podido verificar la estabilidad de los sistemas de producción analizados ni los resultados obtenidos. En este sentido se analizaron con mayor rigor y con instrumentos los aspectos espaciales (nivel microrregional) de la sostenibilidad con una rigor y con instrumentos, frente a los temporales (fluctuaciones frente a cambios económicos, climáticos, etc.).

Referencias bibliográficas

Conway G. B., Barbier E. B, 1988. After the green revolution. Sustainable and equitable agricultural development. Future, 20(6) : 651-70.

Forman T. T. R., Godron M., 1981. Patches and structural components for a landscape ecology. BioScience, Baltimore, 31(10) : 733-740.

Gallopin G. C. et al., 1989. Global impoverishment, sustainable development and the environment: a conceptual approach. International Social Science Journal, 121 : 375-97.

IICA, 1991. Bases para una agenda de trabajo para el desarrollo agropecuario sostenido. Borrador Final. San José, Costa Rica, IICA.

Miranda E. E., Berdegue J. A., 1990. Assessment of sustainable land systems research in South America. International workshop on sustainable land use systems, New Delhi, 12-16 de febrero.

Redclif M., 1989. The environmental consequences of Latin America's agricultural development: some thoughts on the Bruntland Commission Report. World Development, 17 : 365-77.

Robinson J. et al., 1990. Defining a sustainable society : values, principles and definitions. Alternatives. 17, 44 p.

Tricart J., Kilian J., 1979. L'éco-géographie et l'aménagement du milieu naturel. Paris, France, Maspero. 325 p.

Viglizzo E. F., Roberto Z. E., 1989. Diversification, productivity and stability of agroecosystems in the semi-arid pampas of Argentina. Agricultural Systems, 31 : 279-290.

Winterbottom R., Hazlewood P. T., 1987. Agroforestry and sustainable development : making the connection. Ambio, Stockholm, 16(2-3) : 100-109.

Farmers' Involvement in Improving Farming Systems in an Area of Resource-Poor Rainfed Agriculture in the Tribal Region of Bihar, India

Singh KP
Birsa Agricultural University, Kanke, Ranchi, 834006 India

Abstract
This paper will present data on physical, biological, and socioeconomic conditions in the resource-poor rainfed tribal area of Bihar, India, and on natural resource management for the farming system as formulated by an interdisciplinary team of biological and social scientists with farmers' participation. Agroecosystem analysis revealed the highly eroded, sandy, shallow soils to be acidic and poorly fertile, that the monsoon rains were unevenly distributed, and that the tribal farmers were marginal, illiterate, and resource poor. Problems were diagnosed and on-farm trials were conducted to examine the impact of a range of innovations.

Résumé
La participation des agriculteurs à l'amélioration des systèmes de production dans la région de Bihar (Inde)
Cette communication traite d'un projet de recherches-système mené en Inde, dans la région de Bihar, qui se caractérise par une structure tribale, de faibles ressources et une agriculture pluviale. Les données recueillies par une équipe pluridisciplinaire, composée de biologistes et de sociologues, avec la participation d'agriculteurs, sont rappelées ici ; elles concernent les conditions physiques, biologiques et socio-économiques de la région, et la gestion des ressources naturelles dans le cadre des systèmes de production. Comme permet d'en conclure une analyse de l'agroécosystème : les sols peu profonds, sableux et très érodés, sont acides et peu fertiles ; les précipitations de la mousson sont irrégulièrement réparties ; enfin, les paysans organisés en tribus sont marginaux, pour la plupart illettrés, et démunis de ressources. L'impact d'un ensemble d'innovations a été étudié à partir des problèmes identifiés, et d'essais réalisés en conditions réelles.

Introduction

In 1985, a team of scientists from the Ford Foundation visited Birsa Agril University, which has a commitment to farmers. Meetings were held with scientists at the university and it was decided to conduct low-cost farming systems research on the farmland of resource-poor tribal farmers under the prevailing socioeconomic situation. As on-station research was not being adopted by these farmers, their participation was important. The Ford Foundation funded the farming systems research project that resulted from these discussions. The project aimed to increase production and productivity in the tribal area of Bihar.

Farming Systems Research and Extension Methodology

Scientists at Birsa Agril University (which was opened in 1981 with a mission to promote tribal upliftment) recognized the need for farming systems research in the Bihar area, as the impact of the green revolution and adoption of new technologies were minimal on the region's resource-poor tribal farmers. The multidisciplinary team of scientists—soil scientist, agronomist, plant breeder economist, and social scientists—believed that systems-oriented research might generate low-cost suitable technology that could provide enhanced income.

A representative village—Murma, in the Mander block of Ranchi district—with the agroclimatic and socioeconomic conditions typical of the plateau region of Bihar was selected following a series of visits to villages in the area. The climate, land situations, and tribal population were important factors in the selection. Murma is 28 km from the town of Ranchi. Agroecosystem analysis of the village was conducted by the multidisciplinary team of scientists with farmer participation, as suggested by Conway (1985). Rapid rural appraisal was practiced as suggested by the Institute for Development Studies (1979). A formal,

general-purpose survey of the village was conducted through visits to every farmer in the village, who provided information by questionnaire. The informal survey was conducted with groups of farmers who provided important information.

There are 271 households in the village, which has a total population of 1164. About 95% of the population depend on agriculture, while 5% are engaged in other work. The total geographical area of the village is 202.32 ha, of which only 161.0 ha is sown. Amongst the cultivators, 70% are small farmers, 20% are medium farmers, and 5% are big farmers. Rice is grown in about 300 acres, ragi in about 20 acres, maize in 5 acres, urad in 10 acres, potato in 5 acres, vegetables in 10 acres, and orchard in 20 acres. Other crops are grown in the remaining area. Wheat is grown in about 15 acres in winter. One hundred and eighty-one families own 1.0 ha, 81 families, 1.0–2.5 ha, and one, >2.5 ha. Irrigation is provided by 40 kuccha wells, 20 pucca wells, and three small tanks, which, in the monsoon season is sufficient for about 100 acres.

In the period 1984–1985, fertilizer consumption in the village consisted of 10 quintals of urea, 10 quintals of AS, 15 quintals of single superphosphate, and 2 quintals of MOP. At the start of the project, a brief survey of 135 families was conducted. Later a more detailed survey of 100 farmers' families was conducted by door-to-door interview with the farmers; information was gathered concerning socio-economic conditions, cropping pattern, use of seeds and fertilizers, improved practices, irrigation facilities, etc. The detailed survey revealed a scarcity of natural resources and poor social conditions.

Evidence of limited natural resources was provided by the following observations:

- (a) Highly eroded, sandy shallow soils, acidic in nature with low fertility and low water holding capacity.
- (b) Rainfall limited to the first four months of the monsoon (June–September) with erratic distribution.
- (c) Low irrigation potential.

Evidence of poor social conditions were provided by the following observations:

- (a) Small farmers with limited resources were hesitant to adopt new technology involving risk.
- (b) The improved technology had not reached the farmers and they continued to use unproductive traditional seeds and traditional methods of cultivation.
- (c) The majority of farmers were illiterate.
- (d) The farmers were extravagant with respect to social customs.
- (e) The farmers tended to drink country liquor; this was the main cause of indebtedness.
- (f) Poor economic conditions.

There is a wide gap between the farmer's yield and the yield at the research station for the following reasons. Firstly, the soils are infertile. Secondly, about 40% of cultivable land is lowland, while 60% is rainfed upland with poor moisture holding capacity. As the irrigation facility is limited, the uplands remain fallow during winter. Hence, the entire cropping pattern is monocropped, with rice as a major crop. Thirdly, improved seeds, fertilizers, pesticides, soil, and implements are beyond the reach of the tribal farmers.

Development of Relevant Technology in On-Station Trials

The plateau region of Bihar has typical upland and medium land. Under rainfed conditions (80% of the rainfall occurs from June to September or early October), varieties that mature before cessation of the monsoon show promise—short-duration varieties (90 days duration) for the uplands, and medium-duration varieties (115 days) for the medium lands (Mahapatra et al 1983; Prasad 1984). Intercropping of rice var. Brown Gora (BR 23-19) between two rooms of red gram has provided 10–12 quintals/ha of rice with a bonus yield of 8–11 quintals/ha of red gram (Rao *et al.* 1983). Experiments conducted for the Dryland Research Project indicated that wheat can be grown successfully in winter; taking advantage of winter rain in January and February and irrigation in patches (Mohsin *et al* 1984).

Experiments conducted in the divisions of soil science and agricultural chemistry revealed the following fertilizer compositions to be suitable: $N_{40}P_{30}K_{20}$ for upland and $N_{60}P_{30}K_{20}$ for medium land paddy, and $N_{60}P_{30}K_{20}$ for wheat. Mussorie rock phosphate, low doses of lime in rows in pulse crops, and blue green algae in transplanted rice have also showed promise (Singh 1986).

On-Farm Trials based on Relevant Station-Developed Technology

Several meetings were held between farmers and scientists. In consideration of the socioeconomic and agro-climatic conditions, it was decided to introduce relevant needs-based crop production technology. The low-cost technology introduced consisted of nonmonetary input such as timely sowing and transplanting. The following practices were introduced: use of short-duration improved rice varieties of higher yield potential, use of optimal fertilizer doses for better yield performances, improved line sowing and line transplanting for efficient weed-control measures, and integrated crop pest management based on economical use of needs-based pesticide and insecticide. The importance of introducing fisheries, and improved breeds of poultry, goat, and pig in generating extra income was also stressed. The importance of the following horticultural plants was also stressed: mango, guava, jack fruit, lemon and forest trees, shishem, gamhar, sakhua, teak, karanj, and bamboo. The idea was not to introduce an entirely new and high-cost technology, but to improve existing technology in ways that could be easily adopted by the farmers. The farmers selected their own experiment. They liked the simple two-plot design for on-farm trials: improved seed + improved practices, and local seeds + local practices.

Experimental Results and Discussion

The results of on-farm trials are presented in Tables 1 to 6.

Farmers observed that early maturing short-duration (85 days) direct-seeded paddy variety BR 23-19 with low doses of $N_{40}P_{30}K_{20}$ fertilizer performed better in upland situations where the monsoon is over by end September. Yield increased in the range 17.28–39.05%. The net return per

rupee of additional investment increased in the range Rs2.07–Rs4.76 (Table 1).

Farmers observed that early-maturing short-duration (110–120 days) transplanted rice varieties Birsa Dhan (BD) 202, IR 36, and Saket 4 with low doses of $N_{60}P_{30}K_{20}$ fertilizer performed better in the medium land where the monsoon is over by end September. Yield increased in the range 19.39–53.86%. Income increased in the range Rs1.29–Rs5.80 per rupee of additional investment (Table 2).

Intercropped paddy (BR 23-19) and red gram (BR 65) could be sown successfully in the monsoon. As the paddy was harvested in the monsoon and the red gram harvest

Table 1. Comparison of yields and income obtained from direct-seeded paddy on the two plots studied in on-farm trials, Murma, India (1986–1990).

Year	No. of farmers	Treatment[a]	Average yield (quintals/ha)	Total expenditure[b] (Rs/ha)	Total income (Rs/ha)	Net income per rupee investment (Rs/ha)	Additional yield due to improved practice (quintals/ha)	Increase in yield (%)	Additional expenditure (Rs/ha)	Additional income (Rs/ha)	Net return per rupee additional investment (Rs)
1986	12	IS + IP	36.14	2100	1084	4.16	10.15	39.05	450	3045	4.76
		LS + LP	25.99	1650	7797	3.72					
1987	10	IS + IP	34.08	2100	10224	3.86	6.08	21.71	450	1824	3.05
		LS + LP	28.00	1650	8400	4.09					
1988	10	IS + IP	27.45	2100	8235	2.92	4.70	20.65	450	1410	2.13
		LS + LP	22.75	1650	6825	3.13					
1989	10	IS + IP	31.28	2100	9384	3.46	4.61	17.28	450	1383	2.07
		LS + LP	26.67	1650	8001	3.84					
1990	10	IS + IP	34.48	2100	10344	3.92	9.68	39.03	450	2304	3.23
		LS + LP	24.80	1650	7440	3.50					

a. IS, Improved seed (BR 23-19); IP, improved practice (sown in lime; $N_{40}P_{30}K_{20}$ fertilizers); LS, local seed (traditional); and LP, local practice (sown by broadcast).
b. US$1 = Rs30.

Table 2. Comparison of yields and income obtained from transplanted paddy in medium land on the two plots studied in on-farm trials, Murma, India (1986–1990).

Year	No. of farmers	Treatment[a]	Average yield (quintals/ha)	Total expenditure[b] (Rs/ha)	Total income (Rs/ha)	Net income per rupee investment (Rs/ha)	Additional yield due to improved practice (quintals/ha)	Increase in yield (%)	Additional expenditure (Rs/ha)	Additional income (Rs/ha)	Net return per rupee additional investment (Rs)
1986	10	IS (BD 202) + IP	39.47	2300	11841	4.14	10.24	35.03	650	3072	3.72
		LS + LP	29.23	1650	8769	4.31					
1987	12	IS (BD 202) + IP	33.39	2200	10017	3.55	7.37	28.32	550	2211	3.02
		LS + LP	26.02	1650	7806	3.73					
1988	10	IS (BD 202) + IP	25.90	2200	7770	2.53	4.20	19.39	550	1260	1.29
		LS + LP	21.70	1650	6510	2.94					
1989	10	IS (Saket 4) + IP	37.31	2200	11193	4.08	15.36	71.27	550	4608	7.37
		LS + LP	21.95	1650	6585	2.99					
1989	10	IS (BD 202) + IP	32.26	2200	9678	3.39	5.96	22.66	550	1788	2.25
		LS + LP	26.30	1650	7890	3.78					
1989	10	IS (IR 36) + IP	38.77	2200	11631	4.28	11.87	44.12	550	1641	5.47
		LS + LP	26.90	1650	8070	3.89					
1990	20	IS (IR 36) + IP	35.62	2200	10686	3.85	12.47	52.86	550	3741	5.80
		LS + LP	23.15	1650	6945	3.20					

a. IS, Improved seed; IP, improved practice (transplanted in line; $N_{60}P_{30}K_{20}$ fertilizers); LS, local seed (traditional); and LP, local practice (sown by broadcast).
b. US$1 = Rs30.

continued into winter, double cropping was possible in the upland where no crop could be sown in winter due to moisture stress. With intercropping, it was observed that with a slight decrease in the yield of paddy (2–4 quintals/ha), an 'additional' yield in the range 12.98–17.60 quintals/ha of red gram was obtained. The net return was Rs6.48–Rs12.50 per rupee of additional investment (Table 3).

In medium and lowland situations, a small well dug with investment of Rs300 to Rs400 in areas with a high water table allowed a good crop of late wheat (RR 21) to be grown successfully with low doses of $N_{60}P_{30}K_{20}$ fertilizer. Optimum irrigation in small patches takes advantage of the winter rains in January-February (Table 4).

Low-cost rock phosphate was found to be suitable phosphatic fertilizer in acidic uplands due to its solubility under acidic conditions. Use of this fertilizer increased yield by 3.90–9.92% and provided additional income of Rs1176–Rs2976 per hectare (Table 5).

Table 3. Comparison of yields and income obtained from intercropped paddy (BR 23-19) and red gram (BR 65) in upland, and monocropped paddy (BR 23-19) in on-farm trials, Murma, India (1985–1989).

Year	No. of farmers	Treatment[a]	Average yield (quintals/ha)	Total expenditure[b] (Rs/ha)	Total income (Rs/ha)	Net income per rupee investment (Rs/ha)	Additional yield due to improved practice (quintals/ha)	Increase in yield (%)	Additional expenditure (Rs/ha)	Additional income (Rs/ha)	Net return per rupee additional investment (Rs)
1985	15	Paddy + red gram	27.92 + 17.60	3000	18888	5.29			900	12135	12.50
		Paddy	22.45	2100	6735	2.20					
1986	15	Paddy + red gram	28.88 + 15.76	3000	20979	5.99			900	11259	11.51
		Paddy	32.40	2100	9720	3.62					
1987	15	Paddy + red gram	32.40 + 12.98	3000	17508	4.83			900	7014	6.79
		Paddy	34.98	2100	10494	3.99					
1988	16	Paddy + red gram	25.58 + 14.03	3000	16080	4.36			900	7080	6.86
		Paddy	30.00	2100	9000	3.28					
1989	15	Paddy + red gram	29.80 + 14.48	3000	17628	4.87			900	6732	6.48
		Paddy	31.32	2100	9396	3.47					

a. Fertilizer, $N_{40}P_{30}K_{20} + N_{20}P_{30}K_{20}$. Lime was applied (2.5 quintals/ha, ie, 1/10 normal dose) to furrows of red gram to counteract acidity of soil.
b. US$1 = Rs30.

Table 4. Line sowing of wheat in upland and medium situations in on-farm trials, Murma, India (1985–1989).

Year	No. of farmers	Treatment[a]	Average yield (quintals/ha)	Total expenditure[b] (Rs/ha)	Total income (Rs/ha)	Net income per rupee investment (Rs/ha)	Additional yield due to improved practice (quintals/ha)	Increase in yield (%)	Additional expenditure (Rs/ha)	Additional income (Rs/ha)	Net return per rupee additional investment (Rs)
1985/ 1986	10	IS (RR 21) + IP	39.04	2300	11712	3.03	3.71	10.50	200	1113	4.56
		LS + LP	35.33	2700	10593	2.92					
1986/ 1987	11	IS (RR 21) + IP	40.68	2900	12204	3.20	3.49	9.38	200	1047	4.23
		LS + LP	37.19	2700	11157	3.13					
1986/ 1987	20	IS (HD 2402)	36.19	2900	10857	2.74	3.45	10.53	200	1035	4.17
		LS + LP	32.74	2700	9822	2.63					
1987/ 1988	20	IS (RR 21) + IP	43.81	2900	13143	3.53	9.66	28.28	200	29.98	13.49
		LS + LP	34.15	2700	9681	2.57					
1988/ 1989	20	IS (RR 21) + IIP	37.39	2900	11217	2.86	8.52	29.51	200	2556	11.78
		LS + LP	28.87	2700	8661	2.20					

a. IS, Improved seed (RR 21 or HD 2402); IP, improved practice ($N_{60}P_{30}K_{20}$ fertilizer); LS, local seed (traditional); LP, local practice ($N_{20}P_{20}$ fertilizer).
b. US$1 = Rs30.

Table 5. Effect on yields and income of the use of rock phosphate in upland paddy in on-farm trials, Murma, India (1986–1991).

Year	No. of farmers	Treatment[a]	Average yield (quintals/ha)	Total expenditure[b] (Rs/ha)	Total income (Rs/ha)	Net income per rupee investment (Rs/ha)	Additional yield due to improved practice (quintals/ha)	Increase in yield (%)	Additional expenditure (Rs/ha)	Additional income (Rs/ha)	Net return per rupee additional investment (Rs)
1986/1987	10	SSP	25.91	2100	7773	2.70			100		
		MRP	27.33	2000	8199	3.09	1.42	5.48		1644	
1987/1988	10	SSP	25.60	2100	7680	2.65			100		
		MRP	26.40	2000	7920	2.96	0.80	3.90		1170	
1988/1989	10	SSP	26.20	2100	7860	2.74			100		
		MRP	28.80	2000	8640	3.32	2.60	9.92		2976	
1989/1990	10	SSP	28.50	2100	8550	3.07			100		
		MRP	29.80	2000	8940	3.47	1.30	4.49		1347	
1990/1991	10	SSP	24.20	2100	7260	2.45			100		
		MRP	25.15	2000	7545	2.77	0.95	3.97		1176	

a. SSP, Single superphosphate; MRP, Mussorie rock phosphate. Variety, BR 23-19. Direct seeding. Fertilizer, $N_{40}P_{30}K_{20}$
b. US$1 = Rs30.

Table 6. Effect on yields and income of the use of green algae in upland paddy (var. BD 202) in on-farm trials, Murma, India (1989–1992).

Year	No. of farmers	Treatment[a]	Average yield (quintals/ha)	Total expenditure[b] (Rs/ha)	Total income (Rs/ha)	Net income per rupee investment (Rs/ha)	Additional yield due to improved practice (quintals/ha)	Increase in yield (%)	Additional expenditure (Rs/ha)	Additional income (Rs/ha)	Net return per rupee additional investment (Rs)
1989/1990	10	BGA	24.72	1675	7416	3.42	5.34	27.59	25	1602	63.08
		Control	19.38	1650	5814	2.52					
1990/1991	10	BGA	25.50	1675	7650	3.56	5.05	13.96	25	1515	59.60
		Control	20.45	1650	6135	2.71					
1991/1992		BGA	26.65	1675	7995	3.77	6.45	24.20	25	1935	76.40
		Control	20.20	1650	6060	2.67					

a. BGA, Blue green algae.
b. US$1 = Rs30.

Blue green algae were used successfully as biofertilizer for atmospheric nitrogen fixation in paddy crop in flat lands where water remains stagnant. Yield increases were in the range 5.34–6.45 quintals/ha, while the net return ranged from Rs59.60 to Rs76.46 per rupee additional investment (Table 6).

Line sowing and line transplanting facilitated weeding.

One tenth of the normal dose of lime (2.5 quintals/ha) applied to furrows in each red gram crop raised the pH of the root zone and facilitated nutrient uptake.

A fishery was initiated in one of the village tanks, and improved breeds of poultry (white Leg Horn), goat (Black Bengal), and pig (hybrid) developed by the university were introduced. Mango, guava, jack fruit, and lemon were planted. Shisham, gamhar, teak, sakhua, karanj, and bamboo planted in the forests will hopefully improve economic conditions for the farmers.

It has been estimated that adoption of these techniques has transformed village practice from monocropping (cropping intensity, 107%) to almost double cropping (cropping intensity, 170%). Villagers who used to work for only 90 days on the farm are now engaged for 120 days per year, and migration of laborers to the city has largely stopped. The net income of a medium farmer, which was about Rs6000 per annum, has increased to about Rs8000 to Rs10000 per annum.

Conclusion

On the basis of the results of the farmer participatory on-farm experiments, the farmers suggested and implemented the following cropping pattern:

- (a) Sowing of short-duration (90 days) rice variety Broan Gora (BR 23-19) in upland situations.
- (b) Transplanting of early rice varieties Birsa Dahn 202, IR 36, and Saket 4 (120 days duration) in medium and lowland situations.
- (c) In uplands, where no sequential crop is possible, intercropping of paddy (BR 23-19) and red gram (BR 65) is possible.
- (d) In medium and lowlands, where there is a high water table, farmers can dig small wells to irrigate 0.5–1.0 acres, and can grow wheat (RR 21) or vegetables in small patches.

References

Conway GR. 1985. Agro-ecosystem analysis. Agricultural Administration 20:31–55.

Institute for Development Studies (IDS). 1979. Conference on rapid rural appraisal. Brighton, UK: IDS.

Mahapatra IC, Pasupalak SN, Pal SK, Goosh DC. 1983. Rice in Uttar Pradesh and east India. Paper presented at the zonal Kharif production seminar, 1983, Patna, India.

Mohsin MA, Prasad RR, Sinha PK, Haque MF. 1984. Dryland agriculture technology and package of practices for colseed and pulses for plateau region of Bihar. Technical Bulletin BAU/2/84. Kanke, Ranchi, India: Birsa Agril University. 85 pp.

Prasad SC. 1986. Rice varieties for plateau region of Bihar. Rice technology for Bihar plateau. Pages 67–70 *in* Technical Bulletin BAU/86. Kanke, Ranchi, India: Birsa Agril University.

Rao MSS, Rafey A, Singh RK. 1983. Intercropping of arhar and other Kharif pulses in plateau region of Bihar. Seeds & Farm IX (425):21-25.

Singh KP. 1986. Increasing the efficiency of fertilizers in rice. Rice technology for Bihar plateau. Pages 36–39 *in* Technical Bulletin BAU 1986. Kanke, Ranchi, India: Birsa Agril University.

Agriculture et environnement : derrière un nouveau slogan, de nécessaires reformulations pour la recherche

Deverre Christian ; Hubert Bernard
INRA, Unité d'écodéveloppement, 84140 Montfavet, France

Résumé
Les problèmes d'environnement ne sont pas des évidences écologiques mais des constructions sociales. Il est donc nécessaire, pour les comprendre et les traiter, de les considérer comme des épisodes de l'histoire des relations qu'entretiennent les systèmes sociaux et leurs milieux. Au travers de l'analyse de deux exemples d'utilisation de l'élevage dans des opérations de préservation de l'environnement naturel — la défense de la forêt contre les incendies et la protection d'un biotope riche en avifaune —, on montre ici les difficultés pour la recherche à mettre en correspondance les niveaux des aspirations sociales, des mécanismes biologiques et des systèmes de production agricole.

Mots clés
Environnement, écologie, société, élevage, forêt, avifaune, recherche.

Abstract
Agriculture and Environment: A New Slogan Implies Rethinking of Research
Environmental problems are not simply ecological facts but social issues. They should be viewed as episodes in the history of relations between social systems and their environment. The paper analyzes two examples of the use of animal production for natural environment conservation—prevention of forest fires and protection of a biotope with abundant avifauna. The examples highlight the difficulties faced by research organizations in accommodating social aspirations, biological mechanisms, and farming systems.

Introduction

Longtemps considérés comme les agents de l'activité économique la plus naturelle, les agriculteurs sont depuis quelques années de plus en plus interpellés pour répondre des impacts agressifs ou positifs de leurs pratiques sur l'environnement. Les interpellations se multiplient, au Nord comme au Sud, concernant la qualité des eaux, des sols ou des paysages, la richesse ou la diversité génétique, la préservation ou la restauration des ressources naturelles... Dans ce contexte, la recherche, et particulièrement la recherche agronomique, est sollicitée pour redéployer ses moyens en vue d'assurer l'élaboration et la promotion d'un génie écologique complétant ou suppléant le génie alimentaire auquel elle s'était jusqu'à présent presque exclusivement consacrée. Il s'agit, dans une optique de protection de l'environnement naturel ou de développement durable, d'imaginer des solutions ou systèmes techniques de production compatibles avec les grands équilibres écologiques.

Cependant, le fonctionnement et la dynamique des systèmes écologiques et des cycles biogéochimiques sont d'une manière très générale affectés ou induits par de multiples facteurs venant de leur environnement, que celui-ci soit naturel ou anthropique. Et force est de constater que la plupart de ces nombreuses et incessantes perturbations ne sont pas traitées socialement comme des problèmes d'environnement. L'émergence d'un questionnement social autour d'un dysfonctionnement écologique suppose qu'il corresponde à un effet ou à un risque dont les conséquences néfastes soient identifiées d'un point de vue anthropocentrique. La perception d'un problème d'environnement et son traitement ne se résument donc pas à l'identification et à la solution d'une question écologique ; ils n'en supposent même pas toujours l'existence.

S'il reste à comprendre pourquoi on assiste aujourd'hui à l'expansion rapide de ces questionnements environnementaux[1], il est nécessaire que la recherche reformule les problèmes d'environnement et leurs possibles traitements comme des épisodes de l'histoire particulière des relations

[1]Pour ce qui est des agricultures européennes, nous avons pu par ailleurs (Deverre, 1993a) émettre l'hypothèse que cette expansion était conjointe à l'affaiblissement de la légitimité nourricière des agriculteurs, dû à la persistance de surplus alimentaires non solvables et encourageant la remise en cause de leur droit prééminent d'usage des territoires ruraux non boisés par des groupes sociaux candidats à l'élaboration d'autres critères de gestion de l'espace.

qu'entretiennent, dans des contextes donnés, les systèmes sociaux et leurs milieux. Cela suppose évidemment une meilleure connaissance des dynamiques spatiales et temporelles de ces milieux, des processus écologiques qui génèrent ces dynamiques, mais aussi des systèmes sociaux, dans la mesure où ils participent aux perturbations identifiées ou à leurs corrections, et surtout où ils contribuent à les identifier comme problèmes. Ce n'est que sur cette base que l'on peut construire et évaluer l'opérationnalité des systèmes techniques proposés comme innovations en matière agrienvironnementale.

Pour illustrer ces questions, nous avons choisi de nous appuyer sur des sites où la demande sociale en matière environnementale s'est traduite effectivement en intervention publique. Celle-ci vise, au travers de procédures de l'article 19 (Opérations groupées d'aménagement foncier [OGAF]-environnement), à inciter les agriculteurs — ici des éleveurs — à développer des pratiques compatibles avec des problèmes et des objectifs environnementaux censément clairement identifiés.

Nous avons entrepris de retracer pour chaque site les processus sociaux par lesquels des questions, écologiques ou non, se sont cristallisées en problèmes environnementaux et comment les agriculteurs ont été associés à leur résolution au travers de l'élaboration et de la mise en œuvre de codes de bonnes pratiques (cahiers des charges). Ces analyses nous permettent d'évaluer comment ces processus d'introduction de critères extérieurs à l'agriculture dans la gestion des espaces ruraux interfèrent avec les dynamiques des exploitations concernées et quel rôle ils jouent dans l'orientation des recherches de construction de nouveaux systèmes techniques de production.

Élevage et incendies de forêt en zone méditerranéenne

Les incendies de forêt ne peuvent pas être traités automatiquement comme des problèmes écologiques. Au contraire, certains travaux (Trabaud et Gillon, 1991) montrent qu'ils peuvent s'inscrire dans des cycles écologiques relativement équilibrés et qu'ils concourent positivement au renouvellement des peuplements et au maintien de la diversité des espèces et des populations. Dans les zones méditerranéennes, on assiste souvent, après un incendie, à une reprise rapide de la végétation, qui évolue alors selon des stades qui contribuent à la variété des paysages. Les incendies ne présentent des risques écologiques graves qu'en fonction de leur fréquence ou de leur intensité.

Pourtant, il est incontestable qu'ils sont considérés socialement dans ces régions comme l'un des problèmes environnementaux les plus importants. Chaque vague de grands incendies y est présentée comme un cataclysme redoutable, comme une catastrophe presque irréparable (cf. les titres alarmistes de la presse : "Les incendies sur la Côte-d'Azur prennent l'allure d'une catastrophe sans précédent", *Le Monde,* 26/08/1986, "Les incendies dans le Midi ont pris des proportions catastrophiques", *Le Monde,* 24/08/1990). Du point de vue de l'environnement des hommes et de leurs activités, les incendies de forêt produisent en effet de grands dommages : ils touchent cruellement les biens (luxueuses demeures, mais aussi lotissements récents) et les personnes (résidents, promeneurs et surtout soldats du feu); ils altèrent des paysages qui sont sources locales à la fois d'identification et de revenus (même si cette altération est peu durable à l'échelle de temps des cycles écologiques, elle l'est à celle des activités liées au tourisme).

Il reste que l'on peut relativiser quelque peu ces catastrophes au plan quantitatif : les pires années, ce sont 50 000 hectares qui sont ravagés par les incendies sur les 4 millions d'hectares qualifiés de forestiers dans les 17 départements du sud-est de la France (Turlan *et al.,* 1992). Notons aussi que les conséquences économiques directes de l'incendie sur la richesse représentée par le capital forestier détruit sont peu mises en avant : il y a plusieurs décennies que la forêt méditerranéenne française n'est plus traitée comme forêt de production.

C'est donc d'abord au nom de la sécurité publique et de l'intérêt touristique que furent bâties les stratégies successives de lutte, puis de protection des territoires boisés méditerranéens, et d'abord des massifs côtiers. Les moyens mis à la disposition des services de lutte contre l'incendie ont été régulièrement augmentés et perfectionnés, tandis que leur mise en œuvre s'affinait (définition des états d'alerte et adaptation corrélative des dispositifs de veille ou de préparation au combat : stratégies d'intervention rapide).

Cette amélioration des moyens et des techniques de lutte a rapidement porté ses fruits : le nombre des incendies maîtrisés dès leur apparition s'est rapidement accru. Pourtant, dans les périodes où la situation climatique fut véritablement paroxysmique, les foyers qui ont échappé à la vigilance des organismes de lutte ont donné lieu, à plusieurs reprises, au développement de très grands incendies qui ont fortement frappé l'opinion publique. Paradoxalement, on a pu attribuer en partie ces grands incendies aux succès précédemment évoqués : la disparition des incendies moyens a permis la constitution de masses combustibles plus importantes et surtout plus continues. La mosaïque paysagère engendrée par les incendies non contrôlés a disparu, en particulier dans les zones les mieux surveillées, celles des massifs côtiers, qui sont aussi celles où la sensibilité environnementale aux incendies est la plus forte.

La doctrine de contrôle des incendies de forêt s'est alors enrichie de dispositifs de prévention instituant un cloisonnement des massifs forestiers, réalisé grâce à l'établissement de pare-feu, devenus grandes coupures, disposés selon les axes stratégiques de propagation des incendies dans les périodes de plus grand risque (Cochelin, 1992). Ces grandes coupures déboisées doivent être entretenues de manière à en réduire l'embroussaillement naturel (début du processus de régénération du boisement). Y contribuent la plantation de vignes et, plus fréquemment, un entretien mécanique effectué par les services forestiers.

Parallèlement à cette évolution des mécanismes de prévention du risque incendie, on a pu assister dans les années 70-80 à l'installation de nouveaux éleveurs, le plus souvent chevriers, sur des milieux méditerranéens marginaux (c'est-à-dire des milieux où la déprise agricole favorisait la reprise du processus naturel de boisement). Disposant de peu de capitaux, ces néoruraux investirent ces terres marginalisées

et y développèrent des pratiques d'élevage innovantes par rapport aux systèmes d'alimentation à base de fourrages riches. Motivés et militants, à la recherche de territoires où développer leurs activités et en quête de reconnaissance sociale aussi bien dans leur milieu professionnel que parmi les populations des communes où ils s'installaient, ils identifièrent les grandes coupures comme des espaces sur lesquels ils pourraient valoriser et légitimer socialement leurs systèmes d'élevage. Ils insistèrent en particulier sur le fait que la continuité des massifs forestiers était due autant à la déprise agricole et pastorale qu'aux succès des moyens de lutte contre les incendies. L'élevage pouvait ainsi retrouver un rôle socialement reconnu dans la gestion de l'espace et se présenter comme un moyen tout à la fois naturel et économique (car moins cher que le débroussaillement mécanique) de protection de la forêt.

Les chevriers furent rejoints dans leur demande de participation à l'entretien des pare-feu par des éleveurs ovins des moyennes montagnes. Ces derniers, dont les troupeaux connaissaient une forte croissance du fait de l'institution des primes à la brebis, étaient également à la recherche de nouvelles ressources fourragères, en particulier de printemps. La transhumance inverse, hivernale et printanière, qu'ils proposèrent aux forestiers par l'intermédiaire de leurs organismes techniques (SIME : Service interdépartemental montagne-élevage Languedoc-Roussillon et CERPAM : Centre d'études et de réalisations pastorales Alpes-Méditerrannée), s'accordait bien au calendrier d'entretien des grandes coupures, le débroussaillage devant être achevé avant la sécheresse estivale (de Chaudens, 1991).

Les premières opérations de transhumance hivernale et de contractualisation de l'entretien des grandes coupures par l'élevage eurent lieu au milieu des années 80 et connaissent un essor important avec le développement des mesures agrienvironnementales : un des objectifs fixé par le ministère de l'Agriculture français à l'application de l'article 19 fut la protection par l'élevage de la forêt méditerranéenne contre l'incendie. Les massifs forestiers du Var, des Pyrénées-Orientales et des Cévennes furent tour à tour intégrés à ces dispositifs.

Cependant, si ces opérations ont pu se développer à partir d'une convergence d'intérêts entre éleveurs et forestiers, les attentes des uns et des autres n'en restent pas moins différentes. Pour les forestiers, le critère fondamental est l'impact du pâturage sur la réduction de la masse combustible de l'ensemble des grandes coupures à une date donnée (début de la période à risque) ; c'est sur cette base que les cahiers des charges ont été élaborés et que les services rendus par les éleveurs sont rétribués. Pour ces derniers, la finalité de leur activité reste, au-delà du service environnemental, le bon fonctionnement global de leur élevage, qu'il s'agisse de production de viande (ovins) ou de lait (caprins). L'entretien des grandes coupures s'inscrit dans un système d'élevage complexe et nécessite que l'ensemble des pratiques productives s'adapte aux objectifs des forestiers. Les éleveurs sont amenés à introduire dans la conduite et l'alimentation des troupeaux plusieurs finalités qui peuvent s'avérer contradictoires aux moments stratégiques (Tahri, 1992). Ils revendiquent donc de la part des forestiers des assouplissements des règles d'action des cahiers des charges pour tenir compte de leurs intérêts propres ou des compléments (en terme d'aménagements ou de ressources fourragères) qui leur permettent d'affronter ces difficultés. L'innovation technique environnementale durable implique ici la recherche de modèles techniques nouveaux et l'approfondissement de la compréhension des fonctionnements mutuels des acteurs au-delà de la simple convergence momentanée d'intérêt.

Cet approfondissement nécessaire aura-t-il lieu ? Et, en particulier, jusqu'à quel point les forestiers transformeront-ils leur conception de l'animal, traité essentiellement comme une tondeuse vivante et non comme un élément d'un système d'élevage à finalité de production alimentaire ?

Des indices récents venus des massifs du Var peuvent faire douter de cette évolution. Les chevriers trouvent mal leur place dans des opérations qui concernent des dizaines, voire des centaines d'hectares et sont écartés des opérations de l'article 19. Les éleveurs ovins transhumants, pour leur part, éprouvent d'importantes difficultés à combiner entretien des coupures, luttes de printemps sur ces dernières et préparation des activités estivales (fenaison) dans leurs zones d'origine, en particulier lorsque les conditions climatiques se dégradent. Mais surtout, de nouveaux acteurs porteurs de pratiques moins exigeantes en matière d'innovation technique et organisationnelle interviennent maintenant dans les dispositifs : la majorité des terres contractualisées dans le Var le sont aujourd'hui par des groupements d'éleveurs bovins des Alpes du Nord, qui y envoient des génisses en croissance (Rovira, 1993). Leurs exigences en matière d'alimentation et de soins sont beaucoup plus réduites que celles des troupeaux en production, les génisses pouvant effectuer plus tard, sur les alpages qu'elles rejoignent directement depuis la forêt varoise, des compensations pondérales si elles souffrent quelque peu de leur transhumance. Or, un rapport récent estime le potentiel d'émission des Alpes du Nord à quelques 3 800 têtes de bétail de ce type et à 1 500 le potentiel de réception des 2 700 ha des coupures des massifs des Maures et de l'Esterel. Avec ce retour en force du pur brouteur, l'innovation pratique et organisationnelle en matière de conduite d'élevage devient dès lors beaucoup moins impérieuse.

Élevage et préservation de l'avifaune : la Crau.

Delta fossile de la Durance, la plaine de Crau est recouverte d'une couche de galets qui se sont cimentés en sous-sol pour former une couche imperméable de poudingue. Sur ce substrat, à la faveur de conditions climatiques particulières, s'est installé un écosystème de steppe, avec une végétation et une faune particulières, uniques en France (Meyer, 1983). Ce territoire, composé de vastes unités foncières nommées localement coussouls[2], est cependant l'objet d'un processus séculaire d'empiétement, qui s'est considérable-

[2]Du bas-latin *cursorius*, parcours. Cette étymologie atteste la présence de troupeaux dans la steppe depuis le haut Moyen Age. La transhumance pour sa part remonte à la fin du XIV[e] siècle (Stouff, 1986).

ment accéléré ces dernières années (Deverre, 1993b). Ce fut d'abord, dès le XVI[e] siècle, l'établissement de prairies au nord de la plaine grâce aux limons apportés par des systèmes d'irrigation par gravitation, puis l'installation d'activités militaires, urbaines (décharges) et industrielles (carrières, zone de Fos-sur-Mer). La dernière en date des phases de conquête de la steppe, la plantation massive de pêchers (plus de 1 500 hectares dans les années 1980), a bouleversé la composition végétale et détruit de manière irréversible le milieu originel en affectant sa structure physique (défoncement de la couche de poudingue). Cela a provoqué une mobilisation efficace des défenseurs des oiseaux qui y gîtent, qui a abouti, en 1983, au classement de la Crau comme l'un des sites européens dont la protection est prioritaire et à une forte pression communautaire pour que soient prises des mesures de préservation des coussouls subsistants (moins de 12 000 hectares sur les 60 000 originels). Après avoir envisagé la voie autoritaire de l'arrêté de biotope, qui gèle toutes les activités, le gouvernement français, à partir de 1989, a développé en Crau une approche plus incitative, celle de l'article 19, qui prévoit des primes aux éleveurs de brebis pour qu'ils continuent à pratiquer un pâturage extensif de printemps sur les coussouls.

Ce qu'il faut noter dans les attendus de la demande de protection, c'est qu'elle ne concerne pas directement le milieu naturel de la Crau dans son intégralité, le complexe biogéochimique de la steppe, mais spécifiquement un certain nombre d'espèces d'oiseaux qui y trouvent de manière permanente ou saisonnière une aire de vie et de reproduction. La classification comme milieu remarquable à protéger est ici d'ordre naturaliste plus qu'écologique.

Cependant, l'argumentaire est assez nettement d'ordre écologique : en effet, on attribue à l'association des coussouls aux friches et aux cultures des qualités qui permettent aux oiseaux d'y trouver une niche écologique favorable. Ainsi, les propriétés positives de ce territoire, en particulier en matière végétale, sont identifiées comme entretenues et reproduites par le pâturage extensif et saisonnier des troupeaux ovins tel qu'il se pratique traditionnellement (Cheylan, 1983 ; Cherel, 1988). Les pratiques d'élevage transhumant sont donc considérées comme l'instrument privilégié de préservation du milieu parce qu'on y observe la perpétuation des oiseaux aux endroits où il s'exerce. Il s'agit clairement d'appliquer un principe de précaution plutôt que d'innovation en matière de pratique d'élevage au service de l'environnement. A la différence des massifs forestiers où l'on requiert la venue des éleveurs pour résoudre un problème environnemental, ici, on demande aux bergers de se maintenir pour entretenir le milieu et protéger les oiseaux (contre le front pionnier des arboriculteurs). Ce maintien est subordonné à des cahiers de charges de type défensif : ni épierrage, ni plantation.

Cette association tripolaire entre oiseaux rares, qualité du milieu de leur point de vue et pâturage entretenant ces qualités, en valorisant l'activité pastorale auparavant jugée comme simplement résiduelle, permet de forger une alliance sociale qui change la représentation sociale locale négative du milieu, jusqu'alors perçu comme stérile et inhospitalier, donc à aménager. Le territoire se voit revalorisé par la reconnaissance du pastoralisme traditionnel qu'il soutient comme outil positif de préservation des oiseaux. Le milieu de la steppe n'est pas l'objet central de la protection, mais la médiation entre deux objets valorisés, les oiseaux et les bergers.

L'alliance sociale entre protecteurs des oiseaux et bergers des coussouls a été confortée par l'intégration en 1990 des producteurs de foin de la zone des prairies humides dans un second article 19 concernant la Crau. Ainsi est assurée la mise en cohérence technicoéconomique, et surtout sociale, du point de vue des systèmes d'élevage ovin (il s'agit là de la prise en compte des pâtures hivernales des troupeaux qui assurent ensuite l'entretien des coussouls, mais surtout d'un groupe social localement puissant). L'opération Crau humide se fonde également sur un nouvel argumentaire environnemental, à sensibilité écologique lui aussi : les producteurs de foin et les éleveurs dont les troupeaux pâturent l'hiver maintiennent la qualité des eaux souterraines qui alimentent les communes voisines (la submersion des prairies renouvelle les nappes et la fumure naturelle des troupeaux évite aux producteurs de foin l'épandage d'engrais chimiques). Les communes et les résidents tributaires de la nappe sont ainsi associés à l'alliance sociale de protection du système pastoral transhumant dans son ensemble.

Fonctionnements écologiques et pratiques d'élevage

Les opérations associant les pratiques d'élevage à la résolution de problèmes environnementaux mettent en œuvre plusieurs dispositifs successifs de traduction[3], de mise en correspondance, de signifiants et pratiques relevant de procès de connaissance différents. Le premier porte sur l'identification des processus naturels mis en cause par la construction sociale du problème énoncé et leur expression en termes de mécanismes biologiques. Il s'agit ensuite de relier ces fonctionnements aux effets et conséquences des pratiques agricoles qui sont censées interagir sur leur déroulement. Cette seconde traduction est particulièrement délicate, car elle nécessite, d'une part, que les investissements de forme (Thévenot, 1986) réalisés pour rendre compte de chacun de ces processus soient compatibles et permettent d'en exprimer les interactions, d'autre part, que les niveaux d'organisation pertinents pour chacun puissent être articulés, puisqu'ils ne sont les mêmes qu'exceptionnellement. Enfin, il reste à s'interroger sur l'effet des prescriptions imposées dans les cahiers des charges sur le fonctionnement des systèmes techniques et sur leurs conséquences sur le système de production (organisation du travail, élaboration des performances animales ou des rendements végétaux, etc.).

On observe ainsi dans le cas des incendies de forêt une première transformation qui vise à rendre un territoire moins combustible par un maillage de zones plus ou moins ouvertes ou fermées. C'est l'agencement de l'ensemble qui garantit le résultat ; cet agencement se raisonne à une

[3]Au sens de Latour 1989 et de Callon, 1989.

échelle spatiale pertinente pour les incendies, relativement aux connaissances sur la propagation des feux et les techniques de lutte. Cette planification se fait donc a priori sur des critères extérieurs à la localisation des élevages existants, qui ne sont pas tous, loin s'en faut, situés en crête ou dans les couloirs d'incendie qu'il faut protéger (Gauthier, 1993). D'où le développement des opérations de transhumance inverse, qui concernent des éleveurs délocalisés, au détriment des éleveurs locaux voisins, dont la localisation n'est pas toujours stratégique ! D'autre part, chaque éleveur ou groupe d'éleveurs n'agit que sur une portion restreinte du territoire considéré et selon des techniques innovantes qui visent un impact sur la dynamique des formations végétales. Ces techniques sont encore assez peu maîtrisées, et souvent assez éloignées des pratiques habituelles (par exemple, introduction de rotations en parcs clôturés dans des systèmes en gardiennage). Par ailleurs, l'incidence des effets à court, moyen ou long terme du pâturage (selon les espèces élevées, la saison, la périodicité, la durée et la pression du pâturage) sur les successions végétales concernées est peu connue, les principaux modèles de fonctionnement de référence ayant été élaborés dans d'autres contextes (Lepart et Escarré, 1983). S'il est ainsi relativement facile de diagnostiquer le stade d'une formation donnée dans une succession, il l'est bien moins de pronostiquer son évolution quand elle est pâturée par rapport à des finalités liées à un contrôle de la combustibilité de ces formations et des risques pour les formations voisines. Il faut prendre en compte l'inertie de ces successions et le rôle perturbateur des dynamiques écologiques (au sens de Rykiel, 1985, et de Blandin, 1986) introduites par le pâturage : le concept de perturbation peut ainsi devenir central pour relier des pratiques agricoles à des fonctionnements écologiques, ainsi que le propose Balent (1994).

Ces réflexions s'imposent également dans les situations où la mise en place des mesures agrienvironnementales vise le contrôle des conséquences de la déprise, vues sous l'angle de l'embroussaillement : les différents types d'intervention proposés sont conçus pour obtenir des résultats rapides, qui tiennent peu compte des formes spatiales liées à l'organisation des communautés végétales et à l'inertie temporelle de leurs successions (cf., par exemple, PNRV, 1993).

On a effectivement affaire, dans le cas de la Crau, à une question de départ de type écologique qui, par un détour naturaliste et la production de connaissances sur le milieu, aboutit à identifier les pratiques pastorales et dérivées comme bénéfiques à l'environnement, ou tout au moins à maintenir une certaine avifaune. Cependant, du point de vue des systèmes d'élevage, aucune innovation n'est proposée, bien au contraire : les cahiers des charges reconduisent purement et simplement les pratiques traditionnelles et prohibent l'introduction d'innovations qui permettraient un développement de la productivité du milieu du point de vue des éleveurs (pas de travail du sol, pas d'améliorations fourragères, pas d'engrais, pas de clôtures...). Le principe de précaution environnementale aboutit à un gel du système technique, qui prépare une mise en réserve naturelle du territoire. Cela peut paraître satisfaisant à long terme du point de vue des protecteurs des oiseaux de Crau et à court terme pour les éleveurs et producteurs de foin, auxquels on assure des moyens financiers supplémentaires sans changements de pratiques.

Mais on ne peut affirmer qu'on se soit ici donné les moyens de développer les capacités des systèmes d'élevage à répondre à des demandes environnementales. La dimension des places, des unités de pâturage, tout comme le chargement instantané ou la période de présence sur les coussouls, est simplement reconduite. Et ceci alors que la gestion de populations d'espèces sauvages, dont les dynamiques sont extrêmement dépendantes d'un habitat fragmenté, nécessiterait, bien au-delà d'une seule expression en capacité de charge, une prise en compte de l'ensemble de l'organisation spatiale des différents biotopes qui constituent un milieu hétérogène, mosaïques produites par l'histoire des techniques et des modes d'appropriation foncière (Lebreton et Gonzalez-Davila, 1993). On ne peut donc que s'étonner du fait que l'essentiel des mesures de protection en Crau sèche porte sur les parcelles de coussoul les plus massives, alors même que les études ornithologiques indiquaient les plus fortes concentrations d'avifaune dans les zones où la composition végétale est la plus fragmentée (Cheylan, 1983).

Dans la mise en œuvre du dispositif de protection, l'équilibre entre les différents niveaux d'organisation biologique et ceux des pratiques d'élevage est postulé établi : la seconde traduction s'opère sur la seule référence aux pratiques traditionnelles. Elle ne requiert donc pas de recherche ou d'innovation spécifique sur les pratiques d'élevage. Quant aux atteintes passées au milieu naturel (industries, vergers existants...), elles sont finalement acceptées pourvu qu'elles cessent d'étendre leur emprise, sans que l'on en identifie plus à long terme les impacts écologiques. Elles ne sont plus construites comme problème environnemental.

Références bibliographiques

Balent G., 1994. La qualité des systèmes écologiques : quelques propositions méthodologiques. *In : qualité et système agraire. Techniques, lieux, sociétés.* Études et recherches sur les systèmes agraires et le développement, 28 (sous presse).

Blandin P., 1986. Bioindicateurs et diagnostic des systèmes écologiques. Bull. Ecol., 17(4) : 215-307.

Callon M. (dir.), 1989. *La science et ses réseaux. Genèse et circulation des faits scientifiques.* Paris, La Découverte, 215 p.

Cherel O., 1988. *Contribution à l'étude des relations végétation-mouton sur les parcours de Crau. Adaptation et développement de méthodes d'étude du régime alimentaire.* Thèse de doctorat, Aix-Marseille I, 228 p.

Cheylan G., Bence P., Boutin J., Dhermain F., Olisio G., Vidal P., 1983. L'utilisation du milieu par les oiseaux de la Crau. Biologie-Ecologie méditerranéenne, X (1-2) : 83-106.

Cochelin Y. (rapp.), 1992. *DFCI en zone méditerranéenne. Intérêt et faisabilité d'un compartimentage des massifs forestiers par des coupures stratégiques.* Paris, ministère de l'Agriculture et de la Forêt.

De Choudens H., 1991. *La transhumance ovine hivernale à objectif de défense des forêts contre les incendies en région méditerranéenne.* Mémoire de fin d'étude, ESITPA-CERPAM.

Deverre C., 1993a. *Analyse sociologique des mesures agrienvironnementales.* Paris, Fondation pour le Progrès de l'Homme, 14 p.

Deverre C, 1993b. *Oiseaux rares et moutons. Agriculture et légitimation sociale de la protection de l'environnement.* Wageningen (Pays-Bas), XVth European Congress for Rural Sociology, 18 p.

Gauthier P. 1993. *Intégrer des activités agricoles en forêt méditerranéenne pour la prévention des incendies : diversité des logiques spatiales d'aménagement dans le Var et le Gard.* Mémoire de DEA de Géographie, Grenoble, Institut de géographie alpine, 39 p.

Latour B., 1989. *La science en action.* Paris, La Découverte.

Lebreton J.D. et Gonzalez-Davila G., 1993. An introduction to models of subdivided populations. J. Biol. Syst., 1(3) (sous presse).

Lepart J., Escarré J., 1983. La succession végétale, mécanismes et modèles : analyse bibliographique. Bull. Ecol., 14(3) : 133-178.

Meyer D., 1983. Vers une sauvegarde et une gestion du milieu naturel de la Crau. Biologie-Ecologie méditerranéenne, X (1-2) : 155-172.

PNRV (Parc naturel régional du Vercors), 1993. *Suivi scientifique du programme Article 19 en Vercors.* PNRV, s.l., 35 p.

Rovira N., 1993. *L'Article 19 dans le Var : constructions sociales autour du redéploiement de l'élevage dans la forêt méditerranéenne.* Mémoire de DEA de Géographie, Grenoble, Institut de géographie alpine, 42 p.

Rykiel E.J., 1985. Towards a definition of ecological disturbance. Austr. J. Ecol., 10 : 361-366.

Stouff L., 1986. *Arles à la fin du Moyen-Age.* Thèse, Aix-en-Provence, Université de Provence.

Tahri T., 1992. *Un aménagement sylvopastoral de défense de la forêt contre les incendies et les exploitations participantes (opération agri-environnementale Article 19".* Mémoire de DESS, Aix-Marseille, Institut d'aménagement régional, 51 p.

Thévenot L., 1986. Les investissements de forme. *In : Conventions économiques,* Thévenot L. (éd.), Paris, CEE-PUF, p. 21-71.

Trabaud L., Gillon D., 1991. Les écosystèmes renaissent de leurs cendres. La Recherche, 234 : 916-918.

Turlan T., Hubert B., Thiebaut L., 1992. Les incendies de forêt en région méditerranéenne : perception d'un risque et élaboration de stratégies, de l'État aux collectivités locales. BTL, 8 : 34-46.

Limites de l'échelle individuelle pour raisonner la conduite d'une culture en situation de forte pression parasitaire

Le cas de la riziculture de décrue au Cambodge

Rousseau Philippe ; Lamballe Patrice ; Pillot Didier
GRET, 213, rue La Fayette, 75010 Paris, France

Résumé

Au Cambodge, les riz de décrue, qui sont transplantés au fur et à mesure du retrait des eaux de crue du Mékong, présentent des rendements très variables (de 1 à 7 t/ha). A la suite d'un suivi agronomique en parcelles paysannes pendant trois saisons de culture, un modèle simplifié d'élaboration du rendement a pu être produit. Sur la base d'un tel modèle, il est possible de proposer aux agriculteurs un conseil technique et de gestion adapté à chaque cas, quant à la densité de repiquage et aux quantité et modalité de la fertilisation, en fonction des conditions de décrue l'année considérée et de la trésorerie de l'exploitation. Malheureusement, une fois définis le repiquage et la fertilisation considérés comme optimaux, de fortes attaques parasitaires peuvent contrarier l'élaboration attendue du rendement. Les paysans disposent de différents moyens chimiques ou biologiques pour contrôler les attaques d'insectes, mais tous sont raisonnés en fonction d'observations réalisées dans la parcelle considérée et non en fonction de la dynamique générale de populations de nuisibles. Or, des traitements chimiques appliqués par un agriculteur dès les premières attaques de Nymphuyla sur sa parcelle peuvent détruire la faune auxiliaire, permettant ensuite des infestations, encore plus dommageables, d'autres espèces si les conditions climatiques sont favorables à leur propagation. Dans ces conditions, les traitements précoces devraient être proscrits et remplacés par le contrôle des Nymphuyla avant que les attaques n'atteignent la parcelle. La protection des parcelles situées dans la plaine basse, les dernières à être repiquées et les plus exposées aux attaques, supposerait que ce contrôle soit réalisé dans la plaine haute, la première à être découverte par la décrue. Cela nécessiterait une organisation collective et solidaire des agriculteurs, qui reste à constituer. Cet exemple montre les limites d'un système de conseil technique personnalisé qui ne s'adresse qu'à des individus lorsque des déterminants importants du résultat se définissent à l'échelle régionale.

Mots clés

Riziculture, système de culture, parcelle, dynamique des ravageurs, nymphuylas (ou Nymphuylas depunctalis), ciccadelle (ou Nilaparvata lugens), lutte intégrée, terroir, vulgarisation, Cambodge.

Abstract

Limitations of the Individual Scale in Crop Management under High Pest Pressure: Case of Rice Crops in Receding Flood Areas in Cambodia

In Cambodia, rice crops that are transplanted as floods recede in the Mekong river basin produce variable yields (1—7 t/ha). Farmers' fields were surveyed over three crop seasons and a simplified yield component model was developed. It can be used to propose technical and management recommendations (transplanting density, fertilizer rates and timing) according to particular flood recession conditions and resources of individual farmers. But pest attacks can reduce yields despite such recommendations. Chemical and biological control methods are based on observations of individual fields and not on overall pest buildup. Chemical treatments applied in one field at an early stage of Nymphuyla *attack can destroy beneficial fauna, which could otherwise control later, more serious attacks of other species that appear if climatic conditions are favorable. Early treatments should therefore be replaced by treatments to prevent* Nymphuyla *attacks. Fields in the lower plains, which are the last to be planted and also most exposed to pest attack, can be protected by control measures in the upper plains, where transplanting begins. Such a strategy requires collective organization of farmers, which has still to be achieved. This example highlights the limitations of an individualized advisory system when situations occur on a wider scale.*

Introduction

Au Cambodge, les riz de décrue sont cultivés au fur et à mesure du retrait des eaux du Mékong. La décrue s'opère à partir de décembre alors que la saison sèche est déjà installée depuis un mois et se poursuit jusqu'en mars. Les conditions écologiques sont donc particulièrement favorables (forte luminosité, limonage des sols par la crue) pour peu que l'irrigation soit correctement maîtrisée. Les rendements potentiels sont alors élevés malgré une fertilisation modeste (50 unités d'azote). Néanmoins, la variabilité des rendements réels est extrêmement importante : de 1 à 7 t/ha, la moyenne se situant autour de 3 t/ha (Lamballe, 1991). Afin de comprendre en quoi les caractéristiques du milieu et les pratiques culturales empêchent l'extériorisation de rendements élevés et réguliers, un suivi agronomique a été entrepris pendant trois ans en parcelles paysannes.

Il s'agissait d'élaborer un modèle simple de fonctionnement de la culture, qui puisse être utilisé pour apporter des conseils techniques individuels. et différenciés. aux agriculteurs.

Cette communication présente les résultats de ce travail. Nous nous proposons d'examiner sur quels paramètres de l'élaboration du rendement permet de jouer un système personnalisé de conseil technique. Nous examinerons, dans un deuxième temps, en quoi le risque entomologique ne peut, lui, être géré à cette échelle individuelle, mais nécessite une organisation collective des agriculteurs.

Du modèle d'élaboration du rendement au conseil technique individuel

L'analyse des contraintes agronomiques en riziculture de décrue au Cambodge exige de distinguer deux grandes zones agroécologiques entre lesquelles les problèmes se posent différemment (Lamballe, 1993).

En amont d'un transect perpendiculaire au fleuve (figure 1), la pente est marquée. Le retrait des eaux ne découvrant les parcelles que lentement, les travaux de repiquage ne sont pas précipités. Toutefois, du fait de la position topographique haute de ces parcelles, une fois consommée l'eau piégée lors de la décrue entre les diguettes, une motopompe est ensuite nécessaire pour assurer l'irrigation. C'est la possibilité de couvrir ces frais d'investissement, particulièrement lourds (défrichage, achat d'une motopompe), qui distingue les agriculteurs du haut : souvent fonctionnaires, commerçants ou responsables politiques.

En aval, la plaine rizicole traditionnelle s'exonde d'un bloc en fin de décrue (février). Pour faire face aux risques de dévastation par les rats des parcelles récoltées plus tardivement que l'ensemble et de réinondation précoce par la crue suivante (à partir de mai), les paysans se précipitent tous pour repiquer hâtivement. Les frais de main-d'œuvre nécessaires au repiquage et à la récolte, représentent 70 % des frais de campagne et, en année moyenne, plus du tiers du produit de la récolte. Pourtant l'enherbement, la faible disponibilité en azote et surtout la forte pression parasitaire affaiblissent encore les chances de valoriser totalement les potentiels mentionnés.

L'analyse des résultats du suivi agronomique, faite en regard des mécanismes d'élaboration du rendement, nous permet de concevoir un modèle simplifié de fonctionnement de la culture. La diversité des rendements obtenus résulte essentiellement des mécanismes physiologiques et des conditions de milieu prévalant durant la phase végétative. Le nombre de panicules formées explique quasiment à lui seul le rendement, le nombre de grains par panicule et leur poids étant remarquablement constants. Il apparaît qu'il convient d'obtenir une densité d'épis à la récolte égale au minimum à 450 panicules par mètre carré (pour la variété OM 75). Au-delà de cette densité, le rendement n'augmente pas, car il y a compétition entre les panicules et diminution du nombre de grains par panicule. En dessous de cette densité, le rendement maximal ne peut pas être atteint.

Pour une densité de repiquage de l'ordre de 250 pieds par mètre carré, il revient donc au tallage de doubler la densité de panicules. Or, lorsque les conditions d'irrigation ou de

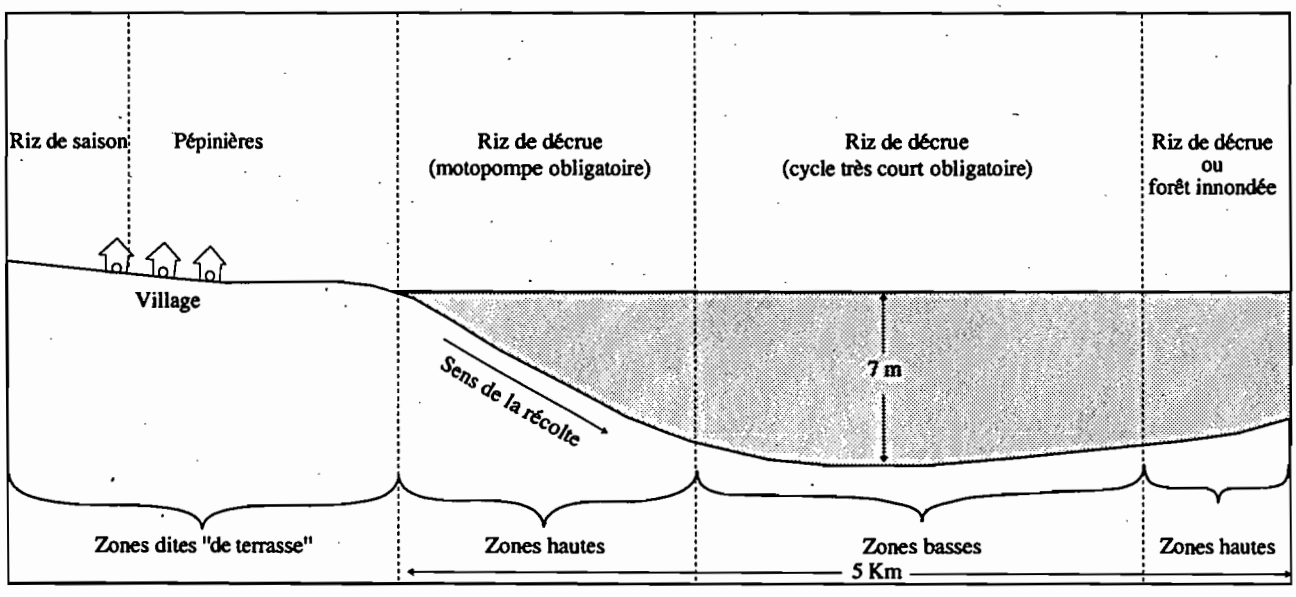


Figure 1. Présentation-type d'un terroir à riz de décrue.

parasitisme ne sont pas limitantes, on constate clairement dans les suivis un tallage exceptionnel dans les trente jours qui suivent le repiquage ; cependant, après avoir atteint un maximum au trentième jour, le nombre de talles régresse fortement pour atteindre une densité de panicules beaucoup plus faible (le taux de régression va de 30 à 50 %). Or, chez les riz de décrue, tallage et régression sont sous la dépendance de quatre facteurs : l'âge des plants au repiquage, la densité de repiquage, le niveau global de fertilisation azotée que consent à utiliser le paysan et la programmation de cet apport (Rousseau, 1993). Deux cas peuvent se présenter.

Quand les circonstances de décrue correspondent aux prévisions que faisait l'agriculteur au moment du choix de la date de semis en pépinière et que la disponibilité en main-d'œuvre n'est pas limitante, le repiquage est pratiqué avec des plants jeunes (20 jours) dont la capacité de tallage est entière. L'apport d'azote se révèle alors surtout marquant pour élever le nombre maximal de talles et un peu moins pour diminuer la régression (figure 2). Deux essais (Lamballe, 1991) font ressortir qu'un apport d'azote avant tallage permet d'atteindre un nombre maximal de talles plus élevé et un taux de régression souvent plus faible que s'il est réalisé plus tardivement. Pour des agriculteurs qui, de toutes façons, ne disposent que de quantités limitées d'engrais (0 à 200 kg d'urée par hectare), il est alors préférable de tout épandre au premier apport.

Si, en revanche, le repiquage ne peut être fait qu'avec des plants âgés (40 jours) à cause d'une décrue tardive ou lente, ou encore par manque de main-d'œuvre, la capacité de tallage est alors fortement réduite. Mieux vaut, dans ces conditions, repiquer plus dense et, en fractionnant les apports, conserver une partie de l'engrais disponible pour la formation des épis.

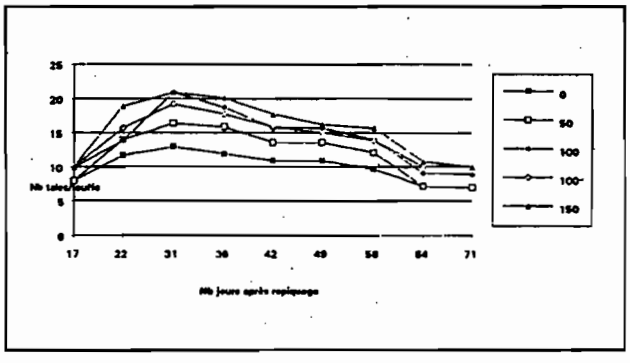


Figure 2. *Evolution du nombre de talles au cours d'un cycle de riz de décrue en fonction de la fertilisation azotée.*

Or, le suivi des pratiques des agriculteurs met en évidence une absence apparente de logique ou de coordination entre certaines interventions. Il n'y a pas de lien, par exemple, entre la densité de repiquage et le niveau de fertilisation, ou entre l'âge des plants au repiquage et la répartition de l'urée tout au long du cycle. Dès lors, nous pouvons redéfinir des itinéraires techniques qui, adaptés à la prise en compte des caractéristiques particulières de chaque exploitation (notamment par rapport aux coûts d'opportunité de l'engrais), permettent d'élaborer une batterie de conseils techniques personnalisés possibles, en fonction des conditions de l'année et de la trésorerie de chaque famille.

Ainsi, lorsque la décrue s'avère plus lente que prévu et que l'agriculteur ne dispose que de plants âgés en pépinière et de faibles quantités d'urée, il peut être recommandé un repiquage dense et une fertilisation concentrée à la montaison. En revanche, si le repiquage peut être précoce, des rendements supérieurs peuvent être obtenus avec des repiquages lâches et en concentrant la fertilisation au tallage, quitte à revendre une partie des plants restant en pépinière.

Les échelles de raisonnement se situent alors clairement entre la parcelle, le groupe de parcelles géré par l'exploitation (dont les systèmes de culture sont interdépendants du fait des contraintes en travail, en trésorerie, et, souvent parce qu'ils dérivent de la même pépinière) et l'unité familiale de gestion des ressources et des facteurs de production (non exclusivement agricole).

Le test de la robustesse de ce modèle agronomique (ou agroéconomique) face à des circonstances de décrue variables est en cours. Il a néanmoins été constaté qu'en l'absence d'accident parasitaire important (1993) il pouvait permettre des progrès significatifs.

Néanmoins, les conditions climatiques générales qui prévalent lors de la culture de décrue (saison sèche) induisent généralement une pression importante de plusieurs espèces d'insectes phytophages. Cette pression vient perturber l'utilisation du modèle décrit ci-dessus et en relativise l'intérêt, du moins tant que nous ne sommes pas en mesure de l'y intégrer.

Or cette intégration impose de sortir de l'échelle parcelle-exploitation qui représentait son espace de définition.

L'écologie de l'entomofaune ne se limite pas à la parcelle cultivée

Ainsi, certaines années, différents insectes présentent des pullulations soudaines et difficilement prévisibles, dont les effets peuvent se révéler catastrophiques (30 à 60 % de pertes de rendement en 1991, dans les zones basses). Cette pression parasitaire explique, dans une certaine mesure, la réticence des agriculteurs à concentrer tous leurs apports d'azote à une date précoce au bénéfice du tallage, dans le premier cas cité ci-dessus. En conservant une partie de l'engrais qu'ils ont pu acquérir, ils se réservent ainsi la possibilité de procéder à un apport tardif de rattrapage en cas d'attaque parasitaire importante.

Optimiser la gestion du risque de dégâts par les insectes suppose d'abord d'identifier de façon précise non seulement les ravageurs en cause, mais aussi les auxiliaires naturels qui pourraient aider à les limiter et, ensuite, de comprendre les conditions de leur développement et de leur dissémination, avant de raisonner les possibilités de leur contrôle.

Au cours des campagnes de décrue, nous avons repéré une bonne dizaine d'insectes parasites du riz. Les lépidoptères sont certainement les plus nombreux : la nymphuyla *(Nymphuyla depunctalis)*, les foreurs de tiges *(Sesamia inferens* et *Scirpophaga innotata)*, la satyride *(Melanitis leda ismene)*, la chenille arpenteuse *(Naranga aenescens)*, la chenille légionnaire *(Mythimna separata)*, et l'hespéride *(Pelopidas mathias)*. Nous avons aussi observé un diptère,

la cécidomiye du riz *(Orsealia oryzea)*, un coléoptère, l'hispine *(Leptispa pygmara)*, quelques orthoptères, dont la sauterelle *(Euscyrtus concinnus)*, et bien sûr, quelques ciccadelles : la ciccadelle brune *(Nilaparvata lugens)* et la ciccadelle verte *(Nephotethix Sp.)* pour l'essentiel. Les dégâts les plus couramment notés sont ceux relevant de la nymphuyla et des foreurs de tiges. Au cours des dernières années, dés pullulations inquiétantes de ciccadelles ont été pour la première fois mentionnées.

Pour la clarté de notre exposé, nous nous concentrerons sur la nymphuyla et la ciccadelle brune.

La nymphuyla

L'adulte est un petit papillon blanc, avec les ailes brunâtres à point jaune. Il pond, sur les jeunes plants de riz, des œufs solitaires, très difficiles à repérer. Les chenilles sont d'un vert transparent avec une tête d'un brun orangé lumineux (Chatterjee et Maiti, 1979).

Ces chenilles se nourrissent de la superficie des limbes des feuilles et laissent ainsi de longues traînées dépourvues de chlorophylle. Pour abriter leurs différentes phases de croissance, elles composent une gaine avec le bout des feuilles, qu'elles coupent ensuite, pour l'amener à la surface de l'eau. Dès la pépinière, ces dégâts sont parfois repérés, mais les ravages prennent de l'ampleur quinze jours à trois semaines après repiquage. En l'absence de lutte, les rizières peuvent être totalement dévastées.

La présence permanente de l'eau est nécessaire au développement des chenilles, aussi les rencontre-t-on surtout dans les riz irrigués. Nous avons recherché les nymphuylas tout au long d'une année sur les différentes zones de production de riz autour des bassins de riz de décrue (figure 3). Sur les terrasses cultivées en saison des pluies, la présence de nymphuyla est résiduelle, sans dégât notable. Pourtant, la conservation, d'une année sur l'autre, d'individus sous une forme enkystée ne peut avoir lieu qu'ici. Les papillons libérés par cette génération peuvent alors pondre sur les repiquages dans les zones hautes de riz de décrue, voire sur les dernières pépinières destinées à ceux-ci. Lorsque la ponte est faite dans une parcelle repiquée, des dégâts peuvent être ensuite observés sur les jeunes pieds ; néanmoins, ils sont compensés largement par la forte capacité de tallage des riz en décrue. Si, en revanche, les œufs sont déposés en pépinière, les pieds repiqués peuvent être beaucoup plus abîmés. La période durant laquelle les papillons vont éclore recouvre exactement la mise en place des pépinières destinées aux zones basses. On explique ainsi la très forte population de larves observée après le repiquage (figure 4), les nombreux dégâts incitant cette fois les paysans à réagir.

Les paysans connaissent l'insecte, et ont appris à lutter contre lui. La première méthode consiste à éviter les zones infestées lors de l'arrachage des plants de la pépinière, d'où l'intérêt des grandes pépinières, qui laissent une plus grande latitude de choix. Une deuxième méthode de lutte utilisée, en pépinière comme au champ, pour de faibles attaques, voire même en préventif, consiste en l'épandage de cendres fines, pilées. Tapissant alors la surface de l'eau, elles gêneraient le développement des différents stades larvaires.

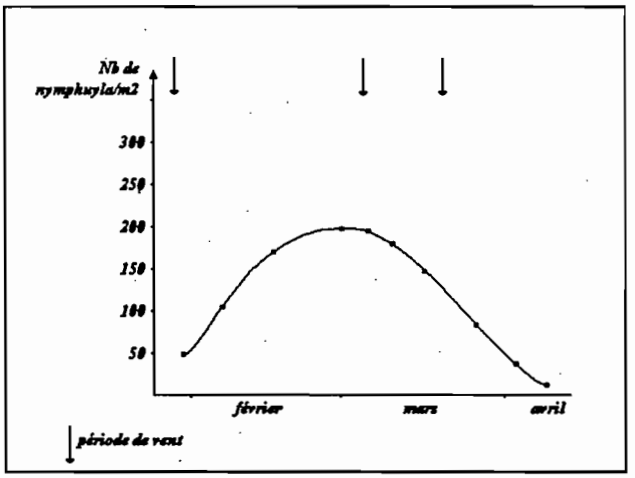


Figure 4. *Courbe enveloppe du dénombrement des nymphuylas sur 35 parcelles en zone basse.*

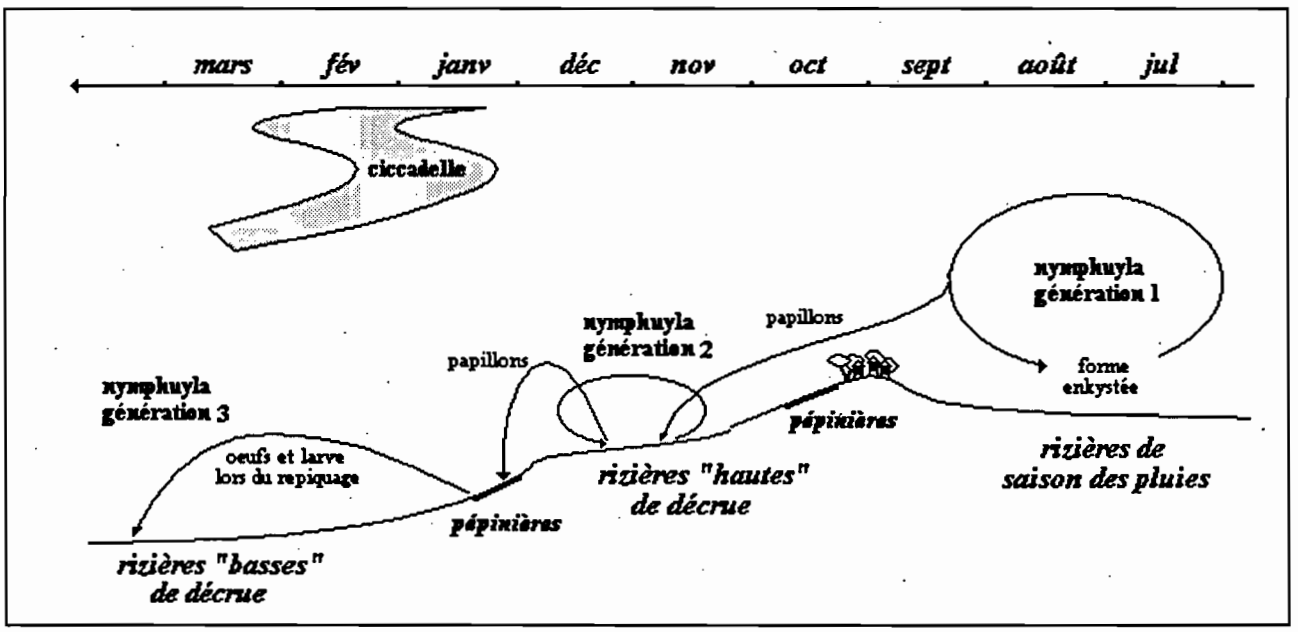


Figure 3. *Schématisation des modes de propagation des insectes sur les rizières de décrue.*

Selon les paysans, pour une efficacité optimale, il convient d'assécher la parcelle et de la garder sèche durant 4 à 5 jours : en vidangeant l'eau, on exporte une grosse part des gaines flottantes enfermant les larves ; quant à celles qui restent, elles meurent, privées d'eau.

Mais les paysans hésitent à pratiquer une telle méthode de lutte. D'une part, si elle est trop tardive, elle risque d'entraîner un stress hydrique, dommageable pour la floraison du riz. D'autre part, il faudrait de nouveau inonder la parcelle quelques jours plus tard, à l'aide de la motopompe, d'où une surcharge financière (4 à 5 $). De plus, ce procédé est idéal pour favoriser le développement des adventices tels que les petits joncs.

Le traitement chimique passe donc pour une alternative moins contraignante et moins onéreuse (2 $ suffisaient en mars 1993 pour une pulvérisation sur un hectare). Mais, mal maîtrisé, il a souvent des effets décevants.

Les ciccadelles brunes

Les rizières cambodgiennes ne seraient pas une zone endémique de la ciccadelle brune. De fait, nous n'en avons pas rencontré sur le riz de saison, qui, ailleurs, est la culture hôte par excellence (Wilson et Claridge, 1985). Leur présence sur les riz de décrue repiqués dans les zones hautes est résiduelle. Les champs sont en fait envahis par la forme migratrice de l'espèce, les adultes à ailes longues, suite aux forts vents du nord qui soufflent entre décembre et mars. Les nymphes émergent sept à neuf jours après la ponte dans la gaine des feuilles. Cinq stades nymphaux peuvent se succéder en treize à quinze jours pour donner des adultes aux ailes courtes ou longues selon les conditions agroécologiques. Les premiers se reproduisent sur place, alors que les seconds entreprennent les migrations. Adultes et nymphes sucent la sève des tiges, mais surtout, ils sont vecteurs de nombreux pathogènes.

Les ciccadelles sont actuellement les ennemis principaux de la riziculture dans de nombreux pays asiatiques, de la Corée jusqu'en Indonésie (Sogawa, 1993). Encore inconnues dans les années 60, les pullulations de ces insectes, accompagnées de ravages parfois dramatiques, sont une conséquence des révolutions vertes, entre autres de la diffusion de variétés à haut potentiel de production, de la multiplication des réseaux d'irrigation, et de l'utilisation forcenée des insecticides (Cochereau, 1989).

C'est pourquoi la première pullulation conséquente, observée sur les riz de décrue en 1992, soulève quelques inquiétudes. Normalement, et comme nous l'avons observé en 1993 (figure 5), les vents du nord essaiment leurs flots de ciccadelles entre janvier et mars. Mais celles-ci n'arrivent pas à s'implanter et disparaissent, ou du moins, survivent au-dessous d'un seuil de tolérance. Il y a en effet à ce moment là, dans les rizières de nombreux ennemis naturels des ciccadelles *(Lycosa pseudoannulata, Cyrtorhinus lividipennis)*, qui, en dévorant leurs œufs, limitent leur reproduction.

L'année 1991 avait été catastrophique suite aux nombreuses pullulations de nymphuylas et de foreurs de tige. En 1992, dès les premiers signes de dégâts relevant de ces mêmes insectes, les paysans n'ont pas hésité, et la plupart ont déversé de fortes doses d'insecticides. On imagine sans

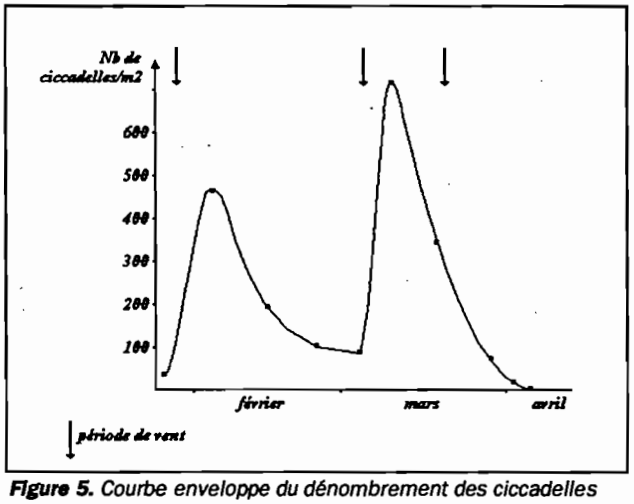


Figure 5. *Courbe enveloppe du dénombrement des ciccadelles sur 35 parcelles en zone basse.*

peine l'efficacité d'un tel traitement, y compris sur les prédateurs et parasites de phytophages : quelques semaines plus tard, les ciccadelles ont trouvé là, pour la première fois, des champs dépourvus de leurs protections naturelles.

En 1993, des conditions écologiques défavorables aux papillons ont protégé exceptionnellement les pépinières des zones basses. Les paysans n'ont pas eu à recourir à la lutte chimique : les champs furent donc bien armés pour recevoir les ciccadelles.

Les limites de la gestion individuelle du risque entomologique

A part une lutte chimique intensive, dont le Cambodge n'a pas les moyens et dont les effets à long terme ne seraient d'ailleurs pas garantis, nous n'avons pas identifié de méthode de lutte absolue contre les ciccadelles. La seule stratégie fiable est de s'en protéger en favorisant le développement de leurs nombreux ennemis.

Or, toutes les interventions des agriculteurs pour lutter contre les nymphuylas, qu'elles soient chimiques ou biologiques, ne concernent que l'ultime étape du développement et de la propagation de l'insecte. Ce n'est qu'après avoir reconnu une pullulation, souvent lorsque les dégâts sont déjà bien avancés, que le paysan réagit.

Si le paysan décide de privilégier la lutte chimique, celle-ci éliminera toute la microfaune de la parcelle, sans compter les dangers d'ordre plus général qu'elle fait peser sur le paysan et tout son environnement. Les produits utilisés actuellement font, pour l'essentiel, partie de la famille des organophosphorés. Insecticides à très large spectre, ils n'ont néanmoins qu'une action très courte, voire ponctuelle (3 à 5 jours). La solution pulvérisée est généralement largement surconcentrée (2 à 3 fois la dose prescrite), mais le traitement est rarement répété. De toute façon, en l'absence totale de toute source d'information (il n'y a plus de vulgarisation agricole au Cambodge, les commerçants qui approvisionnent les paysans ne sont pas en mesure de faire de recommandations et les étiquettes accompagnant les produits sont généralement rédigées en vietnamien ou en thaï, non lus par les paysans), les paysans en sont amenés à faire leurs propres expé-

riences : mélange de produits extrêmement nocifs, surdosage, épandage par les moyens les plus divers (louche percée, plumeau, etc.) ; le pulvérisateur, cher, même à la location, est rarement utilisé.

Ne serait-ce que parce qu'un tel traitement détruit toute protection contre les ciccadelles, il est à éviter rigoureusement tout au long de la culture des zones basses.

Reste donc, pour limiter les dégâts causés par la nymphuyla, la vidange de la parcelle. Pour efficace que soit la méthode à l'échelle de la parcelle (les larves de nymphuyla sont généralement correctement éliminées), elle n'en est pas moins, à l'échelle du terroir, un moyen de propagation : les larves rejetées dans les canaux d'irrigation ont effectivement toutes les chances d'aboutir dans les parcelles voisines.

De plus, agir lorsque les dégâts sont déjà en cours provoque bien souvent une perte notable de rendement. Les variétés à cycle très court utilisées ici n'ont pas une capacité de rattrapage illimitée, même si un apport d'urée suit le traitement.

Les nécessités d'une lutte intégrée et d'un changement d'échelle

Pour limiter les pertes dues aux nymphuylas, il nous paraît plus judicieux de réduire leurs possibilités de pullulation avant qu'elles ne se manifestent sur les rizières basses. C'est en ce sens que le conseil technique individualisé à l'échelle de l'exploitation, ou pis, de la parcelle, s'avère inopérant. On peut en fait envisager deux solutions techniques au problème du contrôle des insectes.

La première serait de détruire, par des techniques culturales appropriées, les formes de conservation des larves leur permettant de resurgir l'année suivante lors de la saison des pluies. Toutefois, ces formes enkystées sont résiduelles et très éparpillées sur l'ensemble des terrasses de riz de saison des pluies, ensemble qui représente tout de même l'essentiel des surfaces de riz du pays. Autant dire que cette méthode relève un peu de la recherche d'une aiguille dans une botte de foin.

La seconde solution, plus réaliste, consiste à intervenir sur les rizières hautes de décrue, là où les nymphuylas sont observées sans qu'elles ne causent de dégâts majeurs. Un traitement chimique à faible dose après l'éclosion de tous les œufs permettrait d'éliminer tout risque de pullulation en aval. Ce traitement n'amène pas de risque particulier par rapport aux ciccadelles, car les vents porteurs, venant du nord, ne soufflent que lorsque la culture en rizières hautes est à son terme.

Cette solution paraît évidemment plus élégante. Elle s'appuie sur la compréhension du fonctionnement de l'écosystème cultivé, à l'échelle du terroir. Elle repose sur une propriété fondamentale des systèmes, à savoir que la solution à un problème donné (la faible maîtrise des insectes) peut se situer à un niveau (ici, les zones hautes) différant de celui où ce problème se pose (les zones basses). Néanmoins, son opérationnalité en termes de développement n'est pas beaucoup plus évidente que dans le premier cas.

Dans une solution comme dans l'autre, les propriétaires des champs concernés ne sont pas les mêmes que ceux qui exploitent les rizières de décrue dans les zones basses. Ils n'ont donc pas un intérêt personnel à effectuer ces traitements ou à pratiquer ces méthodes culturales. D'autre part, il est clair que ces pratiques ne peuvent avoir un impact que dans la mesure où elles sont généralisées. La question se pose alors de savoir comment les agriculteurs des zones basses pourront inciter ceux des zones hautes à effectuer des traitements qui n'ont, pour ces derniers, que peu d'intérêt. On imagine la complexité de la négociation. Qui payera le traitement ? Qui en choisira les modalités d'exécution ? Enfin, qui veillera à ce que tous les champs renfermant des nymphuylas soient traités ?

Le contrôle des populations d'insectes ravageurs ne peut être correctement résolu à l'échelle des exploitations agricoles, mais à celle de la petite région et de la communauté sociale. A défaut d'une organisation des producteurs prenant en charge elle-même le problème, la seule possibilité de mettre en œuvre une lutte intégrée serait de l'imposer autoritairement à tout le monde. Cela demanderait un État fort, des techniciens très bien formés et la garantie qu'aucun passe-droit ne serait toléré. Un tel scénario est sans doute encore utopique, sauf s'il est porté par une prise de conscience de la collectivité des agriculteurs que c'est la seule solution. Nous sommes donc renvoyés à la nécessité d'une organisation collective des paysans pour gérer ce problème.

Conclusion

Il nous faut donc souligner qu'autant le conseil de gestion individuel sur les pratiques de repiquage ou de fertilisation est envisageable à partir de l'étude des systèmes de culture et des systèmes de production, autant la lutte intégrée ne peut être raisonnée qu'à l'échelle du terroir et impose une organisation forte des producteurs.

Références bibliographiques

Chatterjee, Maiti, 1979. *Rice production technology manual.* New Delhi, Inde, Oxford and IBH publishing Co, 145 p.

Cochereau P., 1989. L'insecte et le risque agricole. *In : Le risque en agriculture.* P. Milleville et M. Eldin éd., Paris, France, ORSTOM, p.153-165.

Lamballe P., 1991. *Contribution à l'étude des systèmes de riz de décrue au Cambodge, approche technico-économique des exploitations.* Phnom Penh, Cambodge, GRET, 80 p.

Lamballe P., 1993. *Les systèmes de riz de décrue du bassin du lac de Prey Veng. Trois saisons de travail sur le terroir de Kompong Krues.* Phnom Penh, Cambodge, GRET, 40 p.

Rousseau P., 1993. *Pratiques culturales, élaboration du rendement et dégâts d'insectes sur la culture de riz de décrue autour de Prey Veng.* Phnom Penh, Cambodge, GRET, 40 p.

Sogawa K., 1993. The brown planthopper managements in Japan, biological properties and management problems. *In : Environment and Integrated Pest Management Seminar.* Phnom Penh, Cambodge, IDRC/IRRI, 9 p.

Wilson R. et Claridge F., 1985. The Leafhopper and Planthopper Faunas of Rice Fields. *In : The Leafhoppers and Planthoppers.* L.R. Nault et J.G. Rodriguez éd., A Wiley Interscience Publication, p. 381-398.

System-Oriented Approach for Sustainable Forestry Development in Morocco

Wolff, Heinz-Peter
Department of Agricultural, Economic and Social Sciences in the Tropics and Subtropics, University of Hohenheim, D-70593 Stuttgart, Germany

As a land-use system, forestry has great potential for the protection of environmental functions and the production of raw materials at all social and geographical levels. But, especially in third world countries, forestry is disadvantaged by forestry management approaches—which primarily target national goals such as timber production—compared with other land-use alternatives for local households. Reasons are the slowness of tree growth and externalization of revenue from timber sales (Steinlin 1979). The consequent low acceptance of administrative afforestation measures by local families, who use forests in accordance with their immediate needs without consideration of the requirements for long-term sustainability, leads to the degradation of forest sites. Although reorganization of the hierarchical structure of the society towards participatory approaches is a long-term process, immediate action is required to introduce the concept of alternative forest management aimed at achieving optimal output for all available natural resources for local livelihood systems (Doppler 1993).

The basic requirement for incorporating the local population's decisions and needs in forestry planning and management is knowledge of the quantitative impacts of benefits arising from forests and alternative land use on the parameters used to gauge the success of local farming systems. This knowledge has to meet standards of representativity, which allow statistically justifiable projections of the situation for all local farming systems and existing forest sites. Already available, are low-cost approaches to information gathering based on sample theory (Wolff, 1994). In an initial step, this data and information about the potential of forestry under local conditions can be used to determine the optimal extension of forest areas. As opportunity costs for land use by forests or alternatives such as pasture, the relative value within the farming systems must be taken into account and not the absolute value of the particular outputs. The target forest model (Klocek, Oesten 1990) can be used to calculate optimal rotation periods and stand age structures provided the forestry production risk, which can be derived from local forest history, is known.

This planning approach was applied to pine afforestations—which play a major part in Mediterranean reforestation efforts—in a rural community in central Morocco. Analysis revealed that forest use contributed only slightly to household income, predominantly by providing fuelwood (2.4%) and animal fodder (6%); however, these items could not have been purchased because of lack of liquidity. Renunciation of forest use was not possible due to the essential role of, at least, fuelwood collection, which on average contributed about 46% to the combustible energy supply of the families of forest users. This figure was still about 27% per capita lower than for families who could afford sufficient combustibles. Therefore, more than the annual amount of the forest's litterfall production (cones, branches) was required, ie, slow degradation of the forest sites can be assumed. In addition, forests occupy communal land, which would deliver more fodder in the absence of pines. Model calculations showed that, with an optimal stand age structure, in the long term, about half of the existing forest areas would provide sufficient supplies for 30% of families using the forests in 1990. Hence production losses in forestry due to risk, which is fairly low in the actual situation because of the stand age structure, were assumed to reflect fuelwood supply. In conclusion, two proposals were made: redistribution of forest areas in the community, ie,

long-term reduction of existing forest sites and creation of new forest sites in other locations, and changes to the current composition of tree management classes. Other projected gains for at least a proportion of local families (I, off-farm income from employment in intensified forestry activities) are likely to be additional factors in increasing the population's interest in forest preservation (Wolff 1994).

Other forest management questions, such as the choice of optimal tree species, stand spacing, and thinning, might be treated within the same conceptual framework; however, the necessary empirical data mostly do not exist in Morocco. Research is also required into the interaction between pine forests and forest pasture such as a study undertaken in the Landes, France (Lemoine et al 1983). However, the long-term success of the concept depends on the local population's awareness of the fact that forests mature slowly.

References

Doppler W. 1993. Application of the farming systems development concept in development projects. Technical paper. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization (FAO).

Klocek A, Oesten G. 1991. Zur Bestimmung der optimalen Umtriebszeit im Zielwaldmodell (Determination of optimal rotation periods using the target forest model). Allg. Forst-und Jagdzeitschrift, 162(Jg. 5/6):92–100.

Lemoine B, Bonhomme D, Chinzi D, Comps B, Bergeret H, Gelpe J, Juste C, Menet M. 1983. Elevage en forêt dans les Landes de Gascogne. I. Le système végétal. Ann. Sci. For. 40(1):3–40.

Steinlin H. 1979. The role of forestry in rural development. Applied Science and Technology 13:7–26.

Wolff H-P. 1994. The role of pine forests in farming systems and forestry development—an example from central Morocco. Thesis: Universität Hohenheim, Germany.

Risques et intensification : exemple d'une démarche pour renouveler les références techniques pour la riziculture au lac Alaotra (Madagascar)

Ducrot Raphaèle
CIRAD-SAR, Avenue du Val de Montferrand, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 01, France

Introduction

Au lac Alaotra, première région rizicole malgache, le désengagement de l'État de la filière riz s'est accompagné d'une aggravation des risques auxquels sont confrontés les paysans, alors que l'intensification de la riziculture se révèle cruciale : la part excédentaire de paddy commercialisable tend à diminuer du fait du très fort taux d'accroissement démographique (4%). Pour la recherche agronomique, comme pour tous les acteurs mis en jeu dans le développement régional, il s'agit de promouvoir une véritable dynamique d'intensification dans cet environnement incertain. Ce travail vise à proposer un dispositif d'étude pour l'élaboration des références techniques qui permettraient de mieux prendre en compte la nature et l'importance de ces risques selon les différents types d'exploitation et systèmes de riziculture.

Méthode

Une enquête, réalisée sur 50 exploitations dans trois petites régions du lac Alaotra caractérisées par des différences de milieu naturel, a permis de cerner la diversité des itinéraires techniques dans les systèmes de riziculture : après sélection dans les villages de chaque petite zone de trois à quatre exploitations à forte différence de structure (foncier, bœufs de trait, équipement, taille de la famille, revenus autres que le riz), deux passages de deux heures du chercheur visaient à caractériser le fonctionnement des exploitations, la diversité hydriques des rizières ainsi que les itinéraires techniques moyens par type de rizière.
Un suivi hebdomadaire des parcelles, de la gestion technique et de la gestion du paddy a été réalisé sur un choix raisonné de dix exploitations, lors de la campagne 1992/1993. La logique technique des exploitations, en fonction des différents risques et contraintes tels que les perçoivent les producteurs eux-mêmes, a été ainsi dégagée par confrontation entre les programmes techniques, les pratiques observées et les états obtenus.

Des références techniques proposées aux pratiques innovantes des producteurs

A partir de l'identification des contraintes de production des exploitations paysannes de la Société malgache d'aménagement du lac Alaotra (SOMALAC, une société paraétatique qui gérait 30 000 ha de rizières), un certain nombre de références techniques pour l'intensification de la riziculture avait été proposé et diffusé de 1986 à 1990. Il s'agissait de variétés à haut potentiel de rendement en repiquage tardif, d'une technique de fertilisation sûre et rentable (urée-montaison), du désherbage chimique selon la nature de la flore pour la riziculture irriguée et d'un paquet technique pour la riziculture pluviale (fertilisation et désherbage en fonction du précédent). Or, l'analyse des pratiques a mis en évidence une appropriation limitée de ces innovations, avec une forte différenciation tant de l'innovation même (reconstruction de la référence technique ; diversité des réponses à un problème technique pour lequel la recherche avait identifié une solution) qu'entre exploitations ou au sein d'une exploitation entre les différentes rizières.

Ainsi, en dépit d'un contexte socioéconomique et climatique peu favorable, certains types d'exploitation réalisent des efforts d'intensification, même s'ils ne concernent pas les itinéraires techniques ou systèmes de culture préconisés par la recherche. Par exemple, la recherche avait focalisé son attention sur des thèmes classiques d'intensification (variétés, fertilisation, désherbage). Mais, selon les exploitations, les itinéraires techniques pratiqués mettent en jeu une intensification par le travail (mise en boue soignée, double opération de désherbage) et/ou par une consommation limitée en intrants pour sécuriser la production (fertilisation sur le précédent maraîchage du riz pluvial, gestion de la pépinière). La relation fonctionnement de l'exploitationobjectif(s)itinéraires techniques explique partiellement les stratégies techniques adoptées ; mais les différents itinéraires techniques observés au sein d'une exploitation s'inscrivent aussi dans une logique de conduite de la sole de paddy en situation de forte incertitude, dont il faut rendre compte pour comprendre le devenir des innovations.

Quels risques pour les riziculteurs du lac Alaotra ?

Le premier niveau d'incertitude rencontré concerne le milieu physique (couple sol/maîtrise de l'eau). En dépit des aménagements hydroagricoles, il existe une très grande variabilité géographique et interannuelle de la maîtrise de l'eau. La mise en sommeil des associations de gestion de l'eau a accentué la sensibilité à cette variabilité climatique. D'autre part, des problèmes de fertilité chimique apparaissent sur certains sols, du fait de l'exportation croissante des pailles.

Le deuxième niveau est lié à la réorganisation de la filière riz au lac suite à la disparition de la SOMALAC et à la libéralisation de l'économie. Elle s'est traduite notamment par une variation des prix du paddy entre campagnes et en cours de campagne, entre variétés et catégories de paddy. Des difficultés d'approvisionnement en intrants engendrent une forte spéculation. Elle s'est également accompagnée de la déstructuration des réseaux de crédit officiel et du renforcement du pouvoir des usuriers.

Pour les différents types d'exploitation paysanne étudiés, ces risques sont gérés pour produire une quantité globale de paddy, qui doit couvrir d'abord les besoins alimentaires de la famille, puis ses besoins financiers. Les stratégies antialéatoires et les alternatives techniques adoptées dépendent alors des contraintes foncières (conditions sociales d'accès au foncier, mode de valorisation), d'équipement (traction attelée bovine) ou de main-d'œuvre.

La gestion des risques au sein de la sole de paddy s'organise autour d'un processus d'ajustement de l'objectif de production par parcelle en fonction de l'évolution de la campagne sur les différentes parcelles et d'un pilotage technique fin pendant la période d'installation du peuplement, visant à sécuriser la production sur les meilleures parcelles, tout en permettant des potentiels de rendement élevés. L'expression de ce potentiel est en revanche mal maîtrisé.

Or, la validation des thèmes techniques proposés avait surtout privilégié le niveau parcellaire en rizière à bonne maîtrise de l'eau, la variabilité du milieu, notamment le type de sol, et certains éléments de l'itinéraire technique (type de fertilisation, modalité du désherbage). Une gamme restreinte d'exploitation avait été concernée, bien que des approches sur la diversité des exploitations ou des types de maîtrise de l'eau aient commencé. En revanche, les modifications de l'environnement économique n'ont pas été prises en compte.

Proposition d'une démarche de simulation pour tenir compte des différents niveaux d'incertitude

La relation milieu-fonctionnement des exploitations détermine un ensemble de contraintes qui orientent les choix stratégiques et tactiques dans cet environnement à risques.

Une démarche de simulation est en cours d'étude. Elle prend en compte les objectifs de l'agriculteur, ses règles de décision pour la gestion du paddy et la gestion technique des rizières, ses contraintes de fonctionnement (foncier, main-d'œuvre, équipement, crédit), la hiérarchisation des risques et sa sensibilité. Elle peut ainsi permettre :

- de préciser les risques inhérents à différents types d'organisation de gestion parcellaire sous différentes hypothèses (évolution des prix, maîtrise de l'eau, etc.) et compte tenu des caractéristiques du milieu. On peut ainsi identifier certains points de blocage et proposer des pistes de recherche pour l'amélioration des références ;
- d'effectuer une première sélection de références techniques adaptées à l'ensemble milieu-fonctionnement.

La gestion des effluents d'élevage d'une exploitation agricole vue comme un système

Fabre Bernard ; Nocquet Jean
Institut supérieur d'agriculture Rhône-Alpes, 31, place Bellecour, 69288 Lyon Cedex 02, France

Abstract
Systems' View of Management of Cattle Waste on a Farm. *The management of cattle waste on a farm is a balancing act between the supply of waste, and demand from crops and fields. Three types of variable—structure, command, and result—are used to describe three regulation systems in a suckling area in France (Charolais).*

Le système Gestion des effluents d'élevage

Notre approche de la gestion des effluents d'élevage s'apparente à celle de Duru *et al.* (1988a) sur le système fourrager : système d'information et de décision au sein d'une exploitation d'élevage herbivore qui gère une offre (les ressources fourragères) et une demande (les besoins alimentaires des animaux) conformément aux objectifs et au fonctionnement de l'exploitation. La gestion de ces processus est définie au cours d'une campagne comme un programme caractérisé par une succession dans le temps d'états à atteindre pour assumer un objectif global (ressources fourragères et lots d'animaux), de moyens à mobiliser et de règles de décision pour mettre en œuvre les techniques permettant de gérer les flux de production et de consommation (Duru *et al.*, 1988b). Différentes catégories d'indicateurs de fonctionnement de ce système (sécurité, souplesse, autonomie) ont pu être mis en évidence.
L'acuité du problème des déjections et de leur utilisation dans le cadre des contraintes environnementales demande de dépasser le cadre d'une simple approche structurelle en terme de bilan. Il faut comprendre comment les déjections sont utilisées et comment l'agriculteur, prenant en compte les différents calendriers et contraintes, essaie de réguler et d'équilibrer l'offre en déjections et la demande des cultures (Canneil, Capillon, 1990 ; Teilhard de Chardin, 1990).
Pour décrire le système Gestion des effluents d'élevage, nous reprenons les différents pôles cités par Lhoste (1984) sur le système d'élevage et considérons cette gestion comme un problème de régulation entre une offre (les déjections animales) et une demande (les surfaces et les cultures receveuses), à l'instar de ce que nous avions fait sur le système fourrager (Delorme *et al.*, 1983). Nous distinguons des variables décrivant les moyens de production et d'utilisation des déjections, des variables de commande et des variables produits, comme le fait Lhoste (1984). Cette approche permet de caractériser les déterminants des pratiques, la façon dont l'agriculteur pilote les effluents d'élevage, prend les décisions influant l'adéquation offre-demande, et aussi les différents critères qu'il utilise.

Exemples de modes de fonctionnement en zone charolaise

Nous avons enquêté diverses exploitations du Charolais ayant un élevage de vaches allaitantes, éventuellement couplé avec des ateliers de taurillons, de volaille ou de brebis. Le fumier n'est jamais vendu et la seule régulation possible entre l'offre et la demande est la pratique des dépôts de plaine. Nous avons identifié, selon le pôle privilégié dans la régulation, trois modes de gestion des effluents, caractérisés par différentes variables (tableau I).
Dans le premier système, seule l'offre en effluents compte (exploitations 1 et 2). La nécessité d'épandre et de vider les zones de stockage prime, sans considération pour les besoins des cultures. On en met un peu partout si l'on peut passer, à des doses par hectare relative-

ment fortes sur les cultures annuelles. Si les capacités de stockage sont suffisantes, le nombre de périodes d'épandage est faible. Le système est simple et souple.

Dans le deuxième système, la demande est évaluée à partir des besoins PK des cultures et de la fertilité PK du sol (exploitations 3 et 6). L'épandage concerne principalement les cultures à forte exportation et l'implantation des prairies temporaires ; les doses sont généralement fortes. Les terres labourables sont prioritaires dans l'affectation des fumiers. Le nombre de périodes d'épandage est faible, et les dépôts de champ souvent pratiqués. Les agriculteurs qui optent pour ce système font particulièrement attention à la fertilité chimique des sols.

Le troisième système prend en compte la demande en azote des cultures (exploitations 4, 5, 7 et 8). Les doses sont plus faibles et les agriculteurs réservent une part importante des effluents (fumier) pour les prairies fauchées et pâturées. Ils font attention aux dates d'épandage, en particulier à cause de l'appétence des fourrages pour les animaux. On peut donc supposer que ces agriculteurs privilégient les besoins azotés des cultures. Généralement, ils font des dépôts de plaine et ont de nombreuses périodes d'épandage.

Cette approche permet de caractériser les déterminants des pratiques, la façon dont l'agriculteur gère les effluents d'élevage, prend les décisions influant l'adéquation offre-demande, et utilise différents indicateurs d'états. Dans le cadre d'un diagnostic de situation, sur la base d'une collecte rapide des informations, nous proposons des critères de repérage et des indicateurs de fonctionnement.

Ces dernières variables permettent de juger des qualités du système : efficacité de la régulation, sécurité, souplesse, dépendance, simplicité, impact environnemental, etc.

Tableau I. Description des exploitations.

	N° de l'exploitation	1	2	3	4	5	6	7	8
I	SAU (ha)	40	76	69	130	75	100	92	56
I	SFP (ha)	36	68	65	124	59	96	87	52
I	TL (ha)	10	21	10	35	55	15	25	7
I	Nombre d'UGB	39	88	105	177	105	118	108	69
I	TL/SAU (%)	25	27	14	27	74	15	27	13
I	UGB/ha SFP	1,1	1,3	1,6	1,4	1,8	1,2	1,2	1,3
I	Effluents (t/ha SP)	8	12	60	17	33	55	73	40
II	TL/SE (%)	50	100	27	66	45	11	65	9
II	SE/SP (%)	12	12	60	17	33	55	73	40
II	QE/ha SE	60	42	23	37	21	13	15	27
II	QE maïs et céréales.	60	50	60	>40	20	40	40	<40
II	Dépôts de plaine	N	N	(O)	N	O	(O)	N	O
II	Nombre de périodes d'épandage	1	2	3	3	4	3 à 4	3	4

SAU : surface agricole utile
SFP : surface fourragère principale
SE : surface épandue
SP : surface potentielle
UGB : unité gros bétail
TL: terres labourables
QE : quantité épandue
O : dépôt de plaine
N : pas de dépôt de plaine
(O) : dépôt de plaine occasionnel

Références bibliographiques

Caneill J., Capillon A., 1990. La destination des déjections animales en montagne : un enjeu pour les relations entre activité agricole et préservation de l'environnement. Fourrages, 123 : 313-328.

Delorme Y., Fabre B., Nocquet J., 1983. Le système fourrager, organe de contrôle dans les exploitations agricoles. Agriscope 1 (1) : 54-63.

Duru M., Gibon A., Osty P.L., 1988a. Pour une approche renouvelée du système fourrager. *In : Pour une agriculture diversifiée. Arguments, questions, recherches.* Jollivet M. éd., Paris, L'Harmattan, 35-48.

Duru M., Nocquet J., Bourgeois A., 1988 b. Le système fourrager, un concept opératoire. Fourrages, 115 : 251-272.

Lhoste P., 1984. Le diagnostic sur le système d'élevage. Les cahiers de la recherche -développement, 3-4 : 84-88.

Teilhard de Chardin B. 1990. *Gestion des déjections de bovins et pollution par les nitrates.* Versailles, INRA SAD., 44 p.

Durabilité des systèmes agro-sylvo-pastoraux akambas du Kenya

Concept de la ferme minimale durable et possibilités d'adoption des innovations

Enilorac Marie-Paule[1] ; Peltier Régis [2]

[1]ICRAF, Nairobi, Kenya

[2]CIRAD-Forêt, 45 bis, avenue de la Belle-Gabrielle, 94736 Nogent-sur-Marne cedex, France

Dans les zones de savanes semi-arides du plateau de Yatta (Kenya central), peuplées depuis cinquante ans seulement, les auteurs se sont intéressés à l'évolution des exploitations agro-sylvo-pastorales du peuple akamba. On peut y définir un modèle de ferme théorique, qui satisfait les besoins minimaux d'une famille, correspond aux traditions de ce peuple et semble à priori durable écologiquement et économiquement (Ferme minimale durable : FMD). Cette unité de base comprend environ 5 ha de savane pâturée, servant également de lieu de récolte du bois, et environ 3 ha de cultures associées maïs/légumineuses, protégés par des dispositifs anti-érosifs. La force de travail y est composée de un ou deux actifs supportant une famille d'environ huit membres au total.

Cette agriculture de type mixte a succédé à une activité fondée sur l'élevage pastoral de clan, que les Akambas, après avoir migré des pentes du Kilimandjaro il y a deux cents ans, ont pratiquée jusqu'à la moitié de ce siècle. Leur paysage agraire a peu à peu évolué de grandes parcelles de parcours en parcelles plus petites, de la taille de la FMD, où la savane pâturée a cédé du terrain aux terrasses cultivées. L'élevage de clan a cédé la place à un élevage confiné à la famille rétrécie.

De nos jours encore, lorsqu'une famille émigre vers une nouvelle zone pionnière, elle occupe généralement beaucoup plus de terre qu'il ne lui est nécessaire. Au fur et à mesure des héritages par les enfants de sexe masculin, cette terre est subdivisée jusqu'à ce que la taille approximative de la FMD soit atteinte. A la génération suivante, les enfants, à l'exception du plus jeune, doivent émigrer.

Bien que la FMD possède sous forme de terre fertile, de bois, de bétail et de main-d'œuvre un capital anti-risque qui peut être mobilisé en cas de besoins exceptionnels (sécheresse, maladie...), celle-ci reste fragile car elle dégage peu de moyens financiers par rapport aux besoins potentiels des familles (frais de scolarité, soins, habitat, équipement,...).

En savane, l'exploitation de la fertilité par le bétail et du bois par les hommes est supposée être compensée par la dégradation du substrat, mais cela reste à prouver. Sur les terres cultivées, les pertes sont limitées au minimum par l'association généralisée entre céréales et légumineuses, les dispositifs anti-érosifs, qui permettent l'évolution du profil vers la banquette, la filtration des eaux de ruissellement par les herbes du talus et, parfois, la récupération des eaux par des fossés. D'autre part, le bétail assure un transfert de fertilité des talus (récolte du fourrage), des terrasses (récolte des résidus de culture) ou de la savane (pâturage) par apport de fumier récupéré sur les parcs à bétail, *boma*. Les déchets animaliers s'y décomposent et sont parfois mélangés à des résidus de maïs puis apportés sur les terrasses. Il s'écoule entre deux apports environ quatre saisons culturales (deux ans).

D'un point de vue économique, ce type de ferme, produisant la nourriture de base, l'énergie, les produits de base de l'artisanat et les semences nécessaires pour la prochaine campagne,

satisfait la plupart des besoins de la famille. Les matériaux de construction, moins disponibles, doivent être achetés au marché.

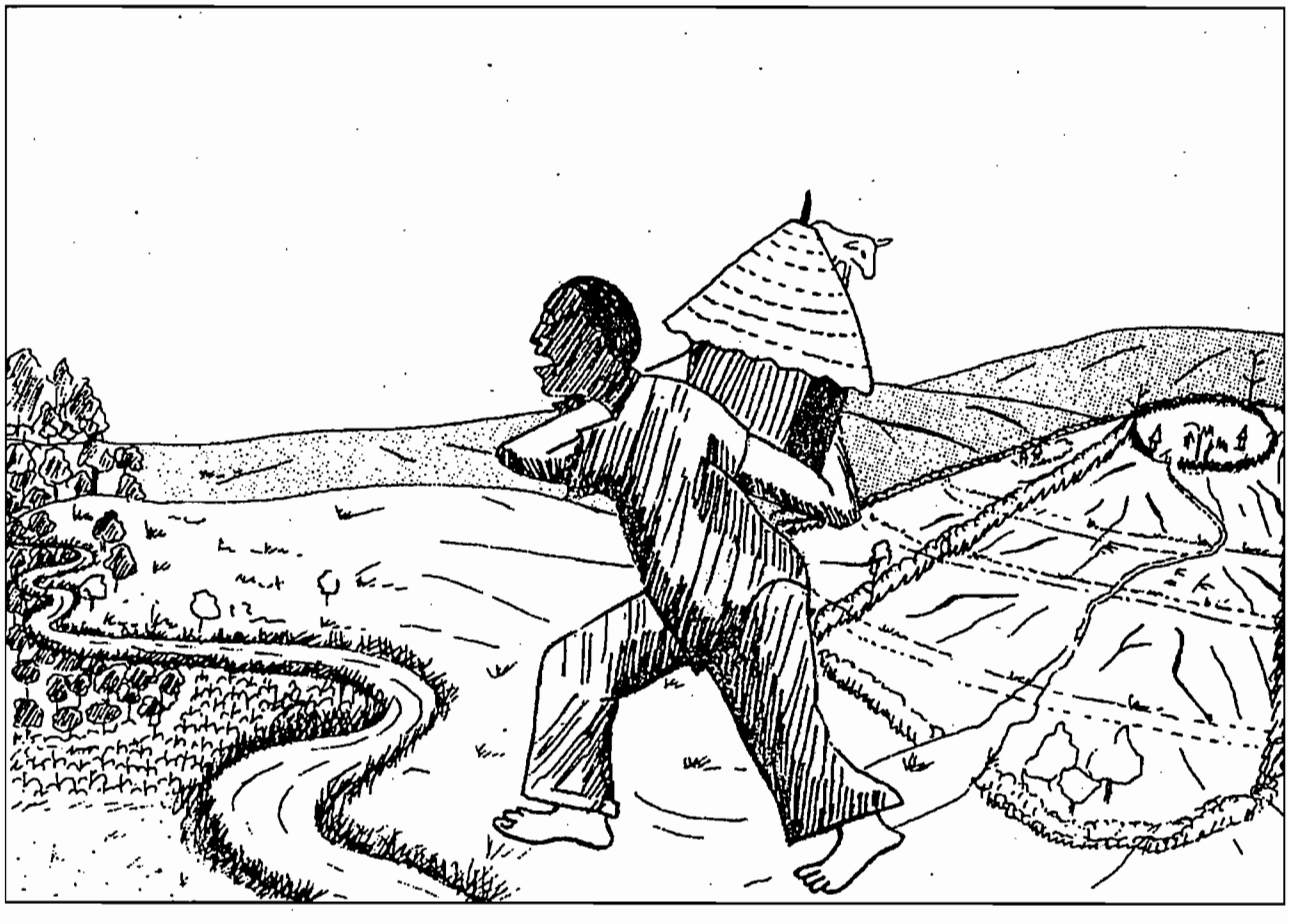
Les besoins monétaires sont couverts par la vente d'une petite partie de la récolte en cas d'excédent (assez rare), de produits transformés comme le charbon, les sacs en sisal ou le bois sculpté et de poulets et cabris. Le capital anti-risque est couvert jusqu'à une certaine limite par le bétail, moyen ou gros, qui peut être vendu en cas de problèmes particuliers (maladie, sécheresse entraînant une non-autosuffisance).

Le plus souvent, les FMD restent stables jusqu'à ce qu'un problème sérieux les oblige à entamer leur capital. Cela les entraîne souvent dans un cercle vicieux de sous-durabilité, qui les conduit vers la disparition. Dans le cas de perte de bétail, apparaît le cercle vicieux de la baisse de fertilité : la diminution des transferts de matière organique de la savane et des talus vers les terrasses induit une baisse progressive de la fertilité sur ces terrasses, nécessitant leur mise en jachère, ce qui réduit encore les revenus. La perte de main-d'œuvre, elle, entraîne le cercle vicieux de la baisse de trésorerie. La maladie ou le décès d'un des parents, en l'absence de grands enfants pouvant compenser, peut réduire à néant toute possibilité de dégager des revenus monétaires provenant du travail temporaire hors exploitation, de la fabrication de paniers ou de charbon : il faut alors vendre le bétail, puis s'endetter et vendre tout ou partie de son terrain, lorsque le clan l'autorise.

On constate donc qu'il est vain de dissocier les deux types de durabilité, la perte de la durabilité économique entraînant la perte de durabilité écologique et vice versa.

En général, seules les familles dont un des membres a pu acquérir de gros moyens monétaires par un travail extérieur bien rémunéré peuvent augmenter le capital productif de la FMD sous forme de bétail amélioré, de fruitiers greffés, de motopompes pour les cultures maraîchères, de tracteurs ou de boisements agroforestiers. Les fermes peuvent alors entrer dans un cercle vertueux de surdurabilité, qui leur permet d'augmenter leur bilan budgétaire, voire leur bilan de fertilité.

Conscients de ce problème, les fermiers akambas préfèrent consacrer tous leurs moyens à la scolarisation des enfants plutôt qu'à leur unité de production. Seul un mécanisme efficace de crédit pourrait donner aux exploitations une autre voie d'évolution.



Gestion durable des pâturages en Amazonie brésilienne

Relations entre systèmes de production et écosystèmes forestiers

Topall Olivier [1] ; Da Veiga J.B. [2] ; Toutain Bernard [3] ; Mitja Danièle [4] ; Chauvel Armand [5] ; Desjardins Thierry [4]

[1] CAT-LASAT, Caixa Postal 231, 68501-970 Marabá, Pará, Brasil
[2] EMBRAPA-CPATU, Caixa Postal 048, 66095-100 Belém, Pará, Brasil
[3] CIRAD-EMVT, 10, rue Pierre Curie, 94704 Maisons-Alfort, France
[4] ORSTOM-INPA, Caixa Postal 478, 69011 Manaus, Amazonas, Brasil
[5] ORSTOM, 72, route d'Aulnay, 93140 Bondy, France

Depuis le milieu des années 60, l'avancée de la frontière agricole en milieu amazonien a entraîné l'implantation de 25 millions d'hectares de pâturages. L'élevage bovin est pratiqué dans des exploitations familiales (50 à 300 ha en moyenne) et des *fazendas* (100 ha à 10 000 ha ou davantage ; critère : présence de main-d'oeuvre salariée permanente).

La recherche est centrée sur l'identification des processus commandant la dynamique des peuplements fourragers. Après implantation des pâturages, quatre grands types de situation sont identifiés.

La première situation est constituée de pâturages envahis par un cortège d'adventices, de biomasse peu importante ; les composantes de la fertilité des sols ont subi une forte transformation, notamment baisse des teneurs en matière organique et en éléments minéraux et compactage des horizons de surface. En une dizaine d'années, un processus de dégradation du couvert fourrager et du sol s'est mis en place.

Dans la deuxième situation, le pâturage est abandonné plus rapidement : ainsi, l'agriculteur oriente le développement d'un recrû ligneux, d'une biomasse élevée, ce qui permet, par effet de jachère, un contrôle des adventices et une restauration du sol.

La troisième situation fait suite à la première ou à la seconde situation ; elle consiste en une réimplantation du peuplement fourrager avec différentes modalités de préparation du sol et de reconstitution du peuplement de graminées fourragères.

La quatrième situation consiste en une gestion relativement intensive des couverts fourragers, avec un contrôle constant de la charge animale, des adventices et des brûlis de fin de saison sèche, afin de maintenir un peuplement fourrager très dense. On peur parler d'un processus de stabilisation du peuplement fourrager.

Pour les petites exploitations familiales, le contrôle des adventices dans la première situation est difficile à dépasser, et il y a fréquemment revente de la terre à un exploitant dont les moyens permettent l'accès à la troisième situation. Ce processus est assez généralement associé à un mouvement de concentration foncière, au profit de petites et moyennes *fazendas* , mais également d'exploitations familiales. La deuxième situation nécessite une superficie minimum, incompatible avec de petites exploitations (moins de 100 ha). La quatrième situation est très exigeante en travail et, de ce fait, encore peu fréquente.

L'objectif de l'étude est d'identifier les principaux processus de dégradation des peuplements fourragers, d'analyser les pratiques de gestion des pâturages utilisées par les producteurs pour gérer cette tendance à la dégradation des pâturages et de tester des modes de gestion améliorés.

Les activités sont réalisées dans le cadre du CAT, Centre agroécologique du Tocantins, à Marabá ; ce programme de recherche-développement associe exploitants agricoles organisés (en syndicats, coopérative et associations) et chercheurs, en vue d'aider l'agriculture familiale de la région (40 000 km^2, 15 000 exploitations familiales) à la mise en place de systèmes de production reproductibles. L'étude de la diversité du milieu physique et socio-écono-

mique à l'échelle régionale et la typologie des systèmes de production ont été réalisées par le CAT de 1989 à 1992.

Suite au choix des localités et des exploitations, les études de sols et de végétation, ainsi que le suivi des pratiques de gestion des pâturages et des troupeaux ont débuté en 1993. Le dispositif d'étude est un réseau d'une trentaine de parcelles d'observations, qui, selon les localités, ont été implantées en fourrages depuis 2 à 35 ans. Cela permet une approche historique et écologique des situations culturales. Le dispositif expérimental utilise le type de sol, l'espèce fourragère utilisée, l'historique de la parcelle et les pratiques de gestion comme variables explicatives de l'état actuel des pâturages. Le nombre de modalités de chacun des facteurs de variation a été limité, afin de pouvoir parvenir à un schéma explicatif des situations observées. Au fur et à mesure de l'obtention des résultats, ceux-ci seront diffusés et débattus avec les paysans.

Il s'agit de déterminer, parmi les modes de gestion existants, ceux qui sont compatibles à la fois avec les conditions technico-économiques des exploitants et avec le maintien des équilibres agroécologiques régionaux. La stabilisation des systèmes de production est une des conditions nécessaires à la sauvegarde des écosystèmes forestiers amazoniens.

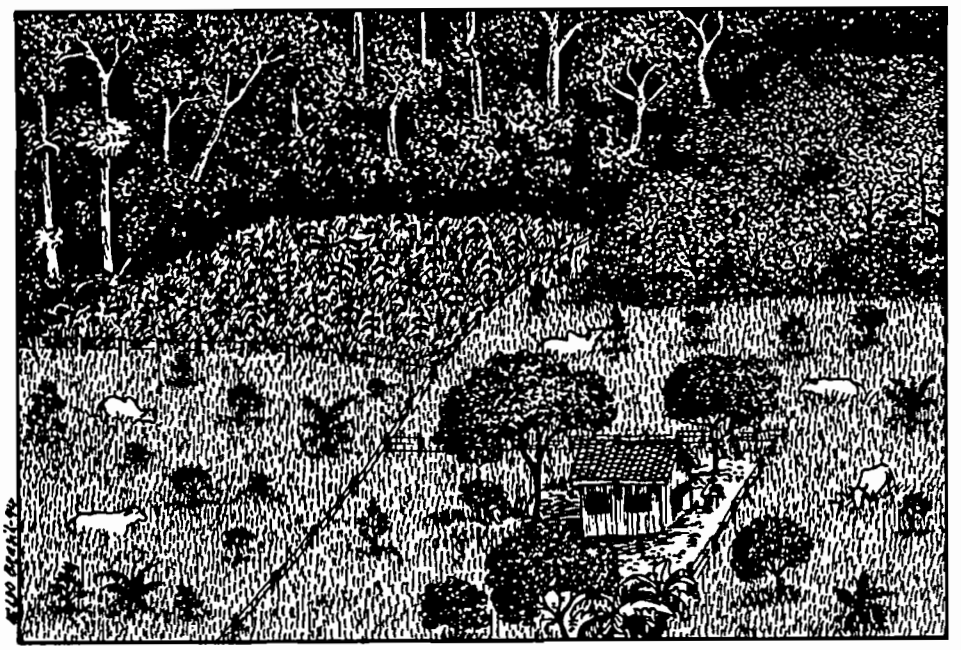


Figure 1. *Couverture végétale d'une exploitation agricole. 1er plan : pâturages avec adventices arbustives ; 2e plan : champ cultivé (riz,maïs) et forêt secondaire ; 3e plan : forêt primaire.*

L'agroforesterie traditionnelle au secours de la faune forestière menacée

Une possible contribution des agriculteurs-piégeurs Mvae à la gestion de la réserve de faune de Campo (Sud-Cameroun forestier)

Dounias Edmond
UMR 9935, CNRS-Muséum-Paris VII, France

Faire cohabiter une faune abondante et diversifiée avec des populations humaines autochtones, lorsque ces populations pratiquent la chasse de manière ancestrale, est un aspect de la gestion des aires protégées qui pose de réelles difficultés méthodologiques. Faute de disposer d'études quantifiées sur l'impact effectif des pratiques cynégétiques traditionnelles, les conservateurs en sont réduits à interdire la chasse à l'intérieur des aires protégées et à nier de fait la fonction socioculturelle de la consommation de viande de gibier dans les habitudes alimentaires de la plupart des populations forestières d'Afrique centrale.

Les Mvae sont une population camerounaise de forêt sempervirente, dont l'économie est caractérisée par l'agriculture sur brûlis et le piégeage. La forêt littorale occupée par les Mvae a été décrétée réserve de faune en 1936. Toutefois, une compagnie forestière exploite le périmètre de la réserve depuis vingt-cinq ans et renforce dans son sillage le commerce de venaison et le braconnage. Cette préservation aberrante à deux vitesses — qui d'un côté autorise la coupe du bois, mais de l'autre interdit la chasse — se révèle au bout du compte préjudiciable à la faune.

Dans ce contexte, nous avons entrepris d'analyser le système de production des Mvae, en adoptant une démarche fondée sur la combinaison de trois référentiels d'analyse complémentaires.

Le premier référentiel, diachronique, a consisté à nous référer à des descriptions de l'économie mvae datant de l'époque précoloniale. Ce référentiel a démontré que, loin d'être passéiste et figé, le système de production des Mvae a su accuser des changements importants, sans pour autant compromettre les spécificités culturelles de la société.

Le deuxième référentiel, interethnique, a permis de comparer l'accès aux ressources des Mvae avec celui de deux autres sociétés exploitant le même milieu : les pêcheurs côtiers Yasa et les Pygmées Kola, partiellement sédentarisés. Ce référentiel a souligné la faculté des Mvae à revendiquer une stratégie de subsistance originale, vis-à-vis d'un entourage culturel dont ils veulent se démarquer. Sans contester les contraintes de l'environnement naturel, chaque société a donc recours à une sorte de libre arbitre culturel, qui rend obsolète toute interprétation déterministe des rapports de l'homme à son milieu.

Le troisième référentiel, écosystème, a consisté à analyser le système de production de la même société dans deux situations environnementales différentes, les Mvae résidant également en région continentale de cacaoculture sur forêt dégradée. Malgré leurs économies discrètes, les deux communautés interviennent sur le milieu suivant un cadre technologique et culturel similaire, qui constitue la signature de la société.

Par cette démarche alliant trois référentiels, nous avons pu montrer que la pratique cynégétique ne peut être dissociée de la gestion de l'agroécosystème. Mieux, c'est au sein des composantes de cet agroécosystème que nous avons recherché les moyens de maintenir une activité de chasse rentable, tout en impliquant les Mvae dans la préservation de la grande faune.

L'analyse diachronique des pratiques cynégétiques mvae révèle tout d'abord une régression des formes de chasses directes et collectives au profit d'une pratique indirecte et plus individuelle : le piégeage. Une analyse typologique des pièges souligne une baisse de leur diversité fonctionnelle : sur les 35 variantes de pièges connues aujourd'hui, près de 80 % d'entre elles sont munies d'un déclencheur, d'un collet et d'un ressort. L'avènement du câble a favorisé l'élaboration de pièges plus polyvalents et plus simples de fonctionnement au détriment de pièges trop ciblés ou de conception trop sophistiquée. Ce nivellement technologique traduit le fait que la chasse a quitté le cadre de l'autoconsommation stricte pour répondre à une logique de marché. Cette constatation qualitative est corroborée par les résultats de notre enquête quantitative de production de viande de brousse, menée durant 13 mois au sein d'un village de la réserve (les 14 chasseurs suivis ont réalisé 2 093 captures, totalisant une biomasse de 18,5 tonnes) ; environ 50 % des captures sortent du cadre de l'autoconsommation, pour alimenter les marchés citadins. Cette enquête révèle par ailleurs l'importance croissante du fusil : un chasseur sur cinq seulement utilise un fusil, mais à lui seul, il fournit 37 % de la biomasse capturée. Le fusil, d'apparition récente, tue les plus gros gibiers, qui sont aujourd'hui les plus menacés d'extinction : éléphant, buffle, singes anthropoïdes et mandrill.

L'étude systémique de l'agroécosystème mvae met en exergue deux caractéristiques importantes. Tout d'abord, les Mvae disposent d'un système ancien de "coadaptation piégeage-cultures" : ils mettent à profit l'attraction exercée par les cultures pour détourner les mammifères prédateurs vers un ensemble de pièges associés aux champs. Le risque de perte agricole encouru est toléré, compte tenu d'une production fortement excédentaire. Cette faune, qui affectionne les espaces anthropisés, est composée de gros rongeurs (athérure, aulacode, rat de Gambie) et d'antilopes (guib harnaché, néotrague), tous à forte valeur marchande. Bien qu'elle constitue une biomasse considérable, cette faune s'avère sous-exploitée et ne fournit que 4 % de la biomasse totale saisie au piège.

Par ailleurs, un jardin agroforestier éclectique et permanent s'est progressivement mis en place au début du siècle, au terme des grandes migrations mvae (bantoues). Ce lieu d'expérimentation et d'acclimatation, où se côtoient essences introduites, végétation héliophile de recrus et herbacées commensales, se révèle en revanche pauvre en arbres natifs plantés.

Prolongeant la logique du système de "coadaptation piégeage-cultures" déjà existant, nous suggérons une optimisation de l'agroforêt périvillageoise qui reposerait sur l'arboriculture d'essences natives. Beaucoup de ces essences — dispensatrices de fruits, de résines, de graines oléoprotéagineuses, d'écorces condimentaires et de bien d'autres productions non ligneuses — sont connues pour exercer un fort pouvoir d'attraction sur la faune anthropophile. Tout en encourageant l'établissement d'un capital arboré à vocation marchande ("extractavisme"), nous pouvons incidemment infléchir la pratique cynégétique vers ces agroforêts, à l'aide de systèmes de piégeage jusqu'alors sous-exploités, qui contribueraient à réduire la pression exercée sur la grande faune menacée d'extinction.

Conception de systèmes agricoles durables avec couverture herbacée permanente pour les Hauts de la Réunion

Michellon Roger[1] ; Perret Sylvain[2]

[1]CIRAD, Station Colimaçons, 97416 La-Chaloupe-Saint-Leu, Réunion

[2]CIRAD, Station de la Bretagne, 97487 Saint-Denis Cedex, Réunion

Introduction

Sans jachère, la monoculture a conduit à une extrême dégradation du milieu. Grâce aux outils biologiques tels que les couvertures végétales, il est possible de reconstruire des systèmes stabilisés et diversifiés.

Un équilibre rompu dans une région vouée depuis un siècle à la culture du géranium rosat

Dans les Hauts sous le vent, la culture itinérante traditionnelle s'est sédentarisée. Faute de terre suffisante, les planteurs doivent renoncer à la jachère arborée : la fertilité du sol n'est plus restaurée, les adventices et les maladies prolifèrent, les rendements s'effondrent.

Les conséquences néfastes de la monoculture (exode rural, etc.) ont conduit à la mise en œuvre du Plan d'aménagement des Hauts (1983) et d'une démarche de recherche appliquée, avec la participation des agriculteurs et autres acteurs du développement (Michellon, Bridier, 1988). Aux objectifs de mise en valeur agricole de la zone (diversification, réduction des coûts...) s'ajoute la protection de l'environnement, notamment la conservation des sols, aujourd'hui prise en compte par les agriculteurs.

Les sols d'origine volcanique appartiennent tous à une série homogène qui se différencie selon l'altitude (Raunet, 1991). Les expérimentations sont conduites vers 1 000 m d'altitude sur andosol non perhydraté recevant annuellement 1 400 mm de pluie, avec une période sèche de mai à octobre, et une température moyenne de 17 °C.

L'évaluation agrotechnique et économique rigoureuse des propositions par rapport aux techniques traditionnelles est réalisée sur des dispositifs d'étude pérennisés, en milieu paysan, sur un intervalle de temps de l'ordre d'une décennie. Les différents systèmes de culture étudiés sont conduits sur des parcelles d'une superficie de 10 à 30 ares, représentatives du parcellaire sur forte pente.

Grâce à une démarche commune avec les partenaires de la formation et du développement, les solutions proposées se généralisent ; mais, développées en sol nu, elles maintiennent une érosion intense accentuée par la pente (moyenne : 15 %), accroissant les intrants : fumier (facteur limitant principal), herbicides,... (Michellon, 1992 ; Perret, 1993).

Recherche de solutions durables grâce aux couvertures végétales

L'efficacité de ces outils biologiques dans la conception de systèmes agricoles durables a été démontrée dans de nombreuses régions du monde (Hargrove, 1991 ; Monegat, 1991 ; Seguy, 1993).

Les critères de choix des espèces pour obtenir une couverture totale sont : facilité d'implantation, plante à rhizome ou stolon, agressivité, pérennité ; soit pour les graminées : kikuyu, *Pennisetum clandestinum* ; pour les légumineuse : lotier velu, *Lotus uliginosus*.

La maîtrise de la couverture est parfois nécessaire pour éviter une concurrence avec la culture. Cette flore quasi monospécifique permet d'utiliser de très faibles doses d'herbicides (fluazifop-p-butyl sur kikuyu, bentazone sur lotier,...).

La couverture réduit la prolifération des adventices (allélopathie, semences photosensibles,...) et supprime les sarclages (Michellon *et al.*, 1992). Elle assure ainsi économie de main-d'œuvre et moindre pénibilité du travail.

Bien que la mise en œuvre de telles innovations soit récente, de nombreux résultats montrent leur impact positif à long terme.

Les rendements sont améliorés sur géranium avec légumineuse (figure 1) et sur culture maraîchère sans apport de fumier (figure 2).

Les conséquences sont également très favorables sur le milieu (Perret, Michellon, Tassin, 1994a et b) : protection totale contre l'érosion (figure 3) et forte réduction du ruissellement ; meilleure conservation de l'eau grâce à une infiltration accrue (aucune compétition pour l'eau avec la culture n'est décelée) ; restauration de la fertilité avec réactivation de la macrofaune

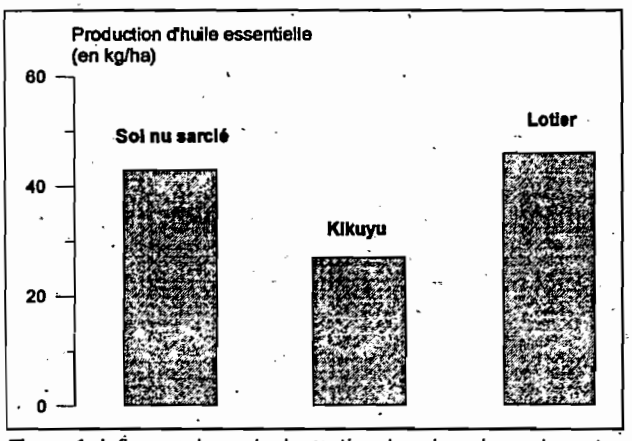


Figure 1. *influence du mode de gestion du sol sur le rendement moyen du géranium (1992-1993), après canne à sucre.*

du sol, amélioration de sa porosité et stabilité, stimulation de l'activité microbienne induisant un recyclage rapide des éléments minéraux et de la matière organique. Les apports de fumier, indispensables en sol nu, peuvent être réduits, ainsi que les fumures minérales (fixation symbiotique d'azote,...). L'état sanitaire des cultures peut être amélioré par réduction des dégâts de certains parasites (ver blanc, *Hoplochelus marginalis*,...) ou dépérissement (maladie de la terre, *Pseudomonas solanacearum* biotype 1).

Ces recherches, très efficaces en milieu réel, constituent des outils pédagogiques privilégiés pour les formateurs. Elles s'intègrent dans des opérations locales d'aménagement de terroir (Hébert, 1992), qui associent collectivement les agriculteurs à leurs partenaires et assurent une diffusion plus rapide des nouveaux modes de gestion des sols.

Dans un environnement protégé, ces conditions de production favorables devraient conduire à une diversification et une stabilisation des exploitations.

Leurs conséquences dépassent le cadre agricole par la préservation des infrastructures et lagons, la mise en valeur touristique.

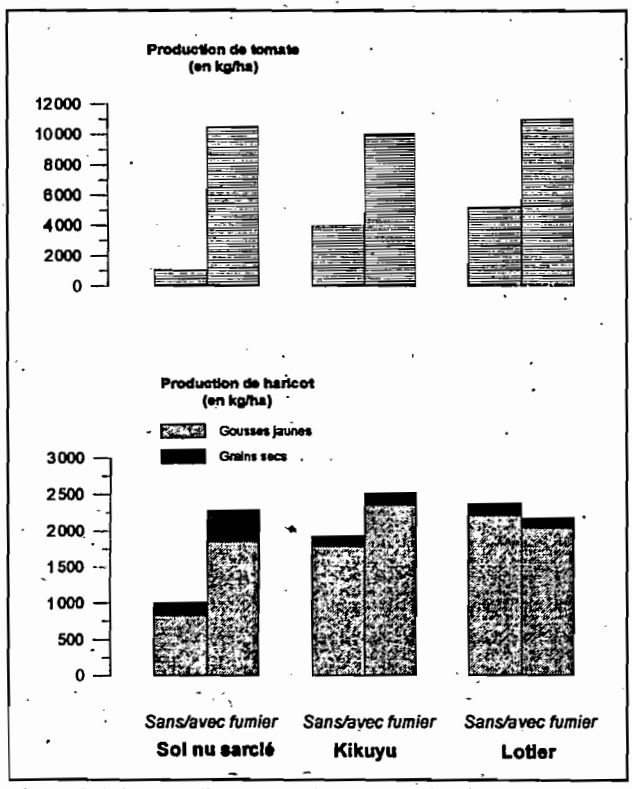


Figure 2. *Influence d'un apport de compost de géranium (5t/ha) sur la succession annuelle haricot-tomate (1993) selon le système de culture.*

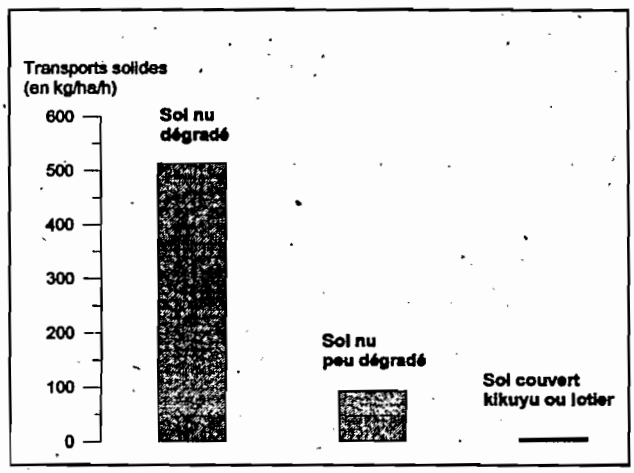


Figure 3. *Pertes en terre moyennes sous pluie simulée selon le niveau de dégradation du sol et sa gestion (pentes comprises entre 8 et 20 %, sous des intensités comprises entre 40 et 80 mm/h).*

Références bibliographiques

Hargrove W.L. Ed., 1991. *Covercrops for clean water.* Ankeny, U.S.A., Soil and Water Conservation Society, 198 p.

Hébert A., 1992. La protection contre l'érosion. *In : Le géranium rosat à la Réunion.* CAH., Saint-Denis, Réunion, p. 27-38.

Michellon R., Bridier B., 1988. Évolution d'un programme de recherche sur les systèmes d'exploitation des Hauts de l'ouest de la Réunion. L'Agronomie Tropicale, 43 (4) : 317-325.

Michellon R. *et al.*, 1992. Conception de systèmes agricoles durables pour les Hauts de la Réunion. *In : Le CIRAD à la Réunion.* Rapport annuel, CIRAD-Réunion éd., Saint-Denis, p. 59-63.

Monegat C., 1991. Plantas de cobertura do solo : características e manejo em pequenas propriedades. Chapecó, Brésil, Monegat éd., 337 p.

Perret S., 1993. *Propriétés physiques, hydriques et mécaniques de sols andiques de la Réunion.* Thèse ENSA, Montpellier, France, 278 p.

Perret S., Michellon R., Tassin J., 1994. Soil loss control and soil properties improvement based on cropping systems with cover plants and hedgerows in Reunion Island. Proc. 3rd ESA Congress, 18-22 sept. 1994, Abano-Padova, Italie, 2 p.

Perret S., Michellon R., Tassin J., 1994. Agroecological practices as tools for sustainable management of erosion - exposed tropical catchments : quantifying their effects on soil restoration and erosion control on Reunion Island (Indian Ocean, French Overseas Territories). *In : Sustainable Management of Tropical Catchments.* J. Wiley éd., Londres. A paraître.

Seguy L. *et al.*, 1993. *Os sistemas de culturas para a região do médio norte do Mato Grosso. Recomendacões tecnicas.* CIRAD, C.L., RHODIA, Brésil, 58 p.

3

Agriculture intensive / High Input Agriculture

Comment les recherches-système peuvent-elles renforcer la compétitivité des agricultures "artificialisées" ?

Do systems approaches have a role in enhancing the competitiveness of commercial agriculture?

Intérêt d'une approche systémique dans la recherche de nouveaux itinéraires techniques en maraîchage sous abri

Navarrete Mirellle[1] ; Jeannequin Benoît[2]

[1] INRA-SAD, 16, rue Claude-Bernard, 75231 Paris cedex 05, France

[2] INRA-SAD, Domaine du Mas Blanc, 66200 Alénya, France

Résumé

Dans la culture de tomate sous serre, les moyens d'action sur les plantes et les interactions entre techniques, mais aussi avec les autres activités de l'exploitation, sont nombreux et variés. Les maraîchers éprouvent des difficultés à conduire leur système, d'autant que, dans le contexte économique actuel, il est en forte évolution. Deux exemples de travaux de recherche sont présentés : l'un, à l'échelle de la serre, vise à prendre en charge les interactions entre les différents paramètres du milieu sous serre pour définir une stratégie climatique ; l'autre tente de prendre en compte les contraintes de main-d'œuvre, à l'échelle de l'exploitation, pour définir des techniques manuelles. Dans les deux cas, l'analyse systémique aide à proposer des conduites culturales plus adaptées aux exploitations, et qui semblent répondre mieux aux besoins des maraîchers.

Mots clés

Tomate, serre en verre, climat, système, itinéraire technique, organisation du travail.

Abstract

Systems Approach to the Search for New Technical Itineraries for Greenhouse Cultivation.

The choices and interactions—between techniques and with other farm activities—involved in the greenhouse cultivation of tomatoes are numerous and varied. Growers find difficulty in managing the system, particularly in the current, rapidly changing economic context. Two investigations are presented. The first, at greenhouse level, aims to take account of interactions between the various parameters of the greenhouse environment to define a climate strategy. The second attempts to define manual techniques while recognizing labor constraints at farm level. At both levels, systems analysis is an aid to identifying cropping itineraries better adapted to the various objectives and constraints of each farm, and, apparently, to growers' needs.

Introduction

La tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) est la principale espèce cultivée sous serre en hors-sol, et le "modèle hollandais" fait figure de référence : l'emploi de variétés à croissance indéterminée autorise un cycle cultural très long (11 mois par an), et un étalement des récoltes sur 6 à 9 mois (de février à octobre) ; ainsi, les rendements peuvent aller jusqu'à 50 kg/m^2. La culture nécessite à la fois des techniques très sophistiquées, en grande partie automatisées, et des techniques manuelles qui sont beaucoup plus empiriques. Le milieu sous la serre est fortement contrôlé (température, hygrométrie, teneur en CO_2 de l'air, teneur en eau et en éléments minéraux du substrat). Il est régulé par des ordinateurs, qui déclenchent ou inhibent des automatismes à tout instant, en fonction des données climatiques fournies par les capteurs. Les techniques de conduite des plantes sont radicalement différentes, car elles sont exclusivement manuelles et consistent, pour la plupart, en opérations de taille de différents types d'organes (fleurs, fruits, feuilles, bourgeons). Elles sont réalisées par une main-d'œuvre abondante (4 à 6 ouvriers par hectare), dont les compétences sont très variables. Or, malgré une codification partielle des opérations techniques, une part importante de la réussite de ces opérations repose sur le savoir-faire des ouvriers.

Si les cultures sous serre ont connu un essor en Europe depuis une vingtaine d'années, elles sont aujourd'hui dans une situation délicate, pour des raisons techniques et économiques. La course à l'augmentation de la productivité est maintenant remise en cause, car elle ne peut se faire qu'avec des coûts de production toujours croissants et de plus en plus difficiles à rentabiliser. De plus, à cause de la surproduction européenne, le contexte économique est très défavorable depuis quelques années. Ainsi, les producteurs du Sud de la France se trouvent en concurrence avec, d'une part, les pays nord-européens (Pays-Bas, Belgique), qui bénéficient d'un climat beaucoup plus tempéré (notamment en été), et d'autre part les pays de la bordure méditerranéenne (Maroc, Espagne), qui utilisent des abris moins so-

phistiqués (tunnels plastiques), et dont les coûts de main-d'œuvre sont plus faibles. De ce fait, les cours ont fortement baissé depuis 3 à 4 ans.

Ce contexte défavorable oblige aujourd'hui à gérer la culture au plus près. L'extrême artificialisation du milieu, qui, à l'origine, a constitué un avantage évident (augmentation de la précocité et de la qualité de la production), rend aujourd'hui la conduite des serres difficile : il faut arriver à définir un ensemble de paramètres, qui sont tous en interaction à l'intérieur du système "serre". La culture sous serre est également très dépendante du reste de l'exploitation, dont elle constitue un sous-système ; en particulier, la répartition de la main-d'œuvre sur les différentes cultures, quantitativement et qualitativement, joue un rôle prépondérant dans ces interactions.

De nombreux travaux de recherche, et notamment, en France, ceux du département Systèmes agraires et développement de l'INRA, montrent l'intérêt de considérer l'exploitation comme un système (Brossier *et al.,* 1990). D'après le concept de fonctionnement de l'exploitation (Capillon, 1988), la résolution d'un problème technique ne peut passer que par une analyse fine du contexte biologique, technique et socio-économique de l'exploitation. Sans une prise en compte approfondie des objectifs et des contraintes de l'agriculteur, les propositions des agronomes risquent de se révéler inadaptées. Par conséquent, dès 1978, Sebillotte propose de définir, pour une situation culturale donnée, un "itinéraire technique", combinaison logique et ordonnée des techniques qui permet d'atteindre de façon optimale un objectif de production donné.

Ce concept, qui s'est révélé opératoire en grande culture, paraît également adapté au maraîchage sous abri. C'est pourquoi, dans cet article, nous chercherons à montrer la diversité des objectifs et des contraintes des agriculteurs, qui constituent le cadre dans lequel l'agronome doit étudier toute amélioration technique. Dans un second temps, nous présenterons à titre d'exemple deux démarches de recherche qui ont permis de prendre en compte un certain nombre d'interactions, à l'intérieur de la serre, mais aussi entre la serre et le reste de l'exploitation.

Diversité des objectifs et des contraintes de production dans le maraîchage sous serre

Le rendement maximal permis par les potentialités locales du milieu est rarement un objectif des maraîchers : l'atteindre nécessiterait que l'ensemble des facteurs de production soient contrôlés, ce qui se fait généralement à un coût trop élevé. De plus, il est antagoniste avec la plupart des critères de qualité (calibre et fermeté des fruits, qualité visuelle, régularité de la production), alors que la production de tomate sous serre, commercialisée uniquement en frais, en dépend fortement. C'est pourquoi l'objectif réel de production du maraîcher est généralement inférieur au rendement potentiel.

Il existe en réalité une diversité d'objectifs, fonction des moyens (techniques, humains, financiers...) de chaque exploitation. Par exemple, l'objectif de production dépendra du niveau d'équipement de la serre (performance des moyens de chauffage, d'irrigation, possibilité d'enrichir l'air en CO_2, de brumiser...), et du niveau d'intrants (énergie, CO_2, main-d'œuvre) accepté. Il dépendra également du mode de commercialisation : le conditionnement en cagettes alvéolées sur l'exploitation-même et la commercialisation par le maraîcher ou par un groupement de producteurs sont des systèmes qui valorisent bien les productions de qualité. Au contraire, lorsque la production est commercialisée en vrac par une coopérative, les prix de vente incitent peu les producteurs à faire de la qualité ; ils ont alors tendance à favoriser le rendement (cependant, une telle conduite trouve vite ses limites, car, à cause de la surproduction, la qualité devient de plus en plus une condition indispensable pour s'assurer des débouchés). Enfin, les objectifs de production pourront dépendre des compétences des opérateurs et de leur mode d'organisation, comme nous le verrons plus loin.

Cette diversité confirme que fournir un itinéraire technique unique pour tous les agriculteurs, correspondant aux potentialités du milieu, ne convient qu'à un petit nombre d'entre eux. L'agronome doit donc pouvoir associer à tout objectif de production un itinéraire technique adapté. La demande des maraîchers va fortement dans ce sens : nombre d'entre eux disposent aujourd'hui de logiciels de pilotage de la culture performants (gérant les automatismes du climat et de l'irrigation fertilisante), mais, souvent, ils ne savent pas quelles consignes entrer dans ces logiciels.

Or, les connaissances des agronomes sont encore très partielles. Le modèle écophysiologique de croissance et de développement TOMGRO (Jones *et al.,* 1991) permet de tester les effets de la température de l'air, de la teneur en CO_2... sur la production. Cependant, il postule que seul le rayonnement est limitant ; il ne permet donc pas de simuler la production lorsque les conditions phytosanitaires ou minérales ne sont pas optimales, cas pourtant fréquent chez les maraîchers. De plus, il ne prend pas en compte les interactions entre les différents paramètres du milieu, et à plus forte raison entre ces paramètres et les techniques de conduite des plantes. L'analyse des pratiques des maraîchers et de leurs raisons d'être se révèle alors une source de connaissance importante. Dans les deux exemples suivants, nous montrerons comment l'association de connaissances empiriques et de connaissances issues d'expérimentations permet de fournir des résultats plus conformes aux attentes des maraîchers.

Deux exemples de démarche systémique

La conduite du climat et le logiciel SERRISTE

Le climat de la serre est régulé par de nombreux équipements pilotés souvent par l'intermédiaire d'un ordinateur climatique : le chauffage, l'aération ou la brumisation de la serre se déclenchent automatiquement pour des valeurs seuils prises par les capteurs présents dans la serre. Cependant, ces équipements très sophistiqués sont généralement sous-employés, faute de références agronomiques permettant de définir conjointement l'ensemble des valeurs seuils des différents paramètres climatiques. En effet, une technique de gestion du climat pourra avoir de multiples ef-

fets. Ainsi, l'ouverture des ouvrants sur le toit de la serre, déclenchée pour limiter l'élévation de température de l'air, va avoir également des conséquences sur l'hygrométrie et la teneur en CO_2. Ces différents paramètres climatiques auront à leur tour de multiples effets sur les plantes (vitesse de développement et de croissance, vigueur, développement des maladies...), et donc, in fine, sur la production.

Face à la complexité et à la diversité des phénomènes mis en jeu, le système expert SERRISTE (Martin-Clouaire *et al.*, 1993) a été créé pour optimiser l'ensemble des techniques de gestion du climat. Plusieurs objectifs peuvent être recherchés : minimiser les coûts en énergie, prévenir l'apparition ou le développement des maladies sur les plantes, éviter les discontinuités climatiques d'un jour à l'autre, qui auraient des conséquences néfastes sur la vitesse de croissance et de développement des plantes. Le logiciel SERRISTE définit les consignes climatiques journalières (température de l'air, du substrat, et hygrométrie) en fonction des objectifs recherchés, de l'état du peuplement (stade de développement, vigueur, état sanitaire) et des conditions climatiques extérieures (passées, du jour et prévues pour les jours suivants) : rayonnement, température extérieure et vitesse du vent. A certaines périodes, ces objectifs pourront être conflictuels, et le maraîcher pourra alors choisir de privilégier soit l'un de ces buts, soit la combinaison climatique qui permet la meilleure prise en compte simultanée des différents objectifs. Par exemple, dans une culture de vigueur trop faible, SERRISTE proposera une diminution de la température de l'air, une augmentation de celle du substrat et une augmentation de l'humidité relative de l'air, si ceci est compatible avec les objectifs du maraîcher (date d'entrée en récolte, coûts de chauffage acceptés...).

Un prototype du logiciel SERRISTE est actuellement testé dans des conditions réelles de production. Une culture conduite à partir de consignes proposées par le logiciel est comparée à une culture de référence conduite par un conseiller agricole, comme il le fait habituellement chez les maraîchers, et indépendamment du logiciel SERRISTE. L'aboutissement de ce projet devrait permettre une meilleure utilisation des ordinateurs climatiques disponibles dans les exploitations maraîchères, en synthétisant un certain nombre d'interactions dans le système "serre". L'approche "système expert" de SERRISTE a nécessité de mener une réflexion sur des connaissances très empiriques et d'aboutir à un cadre de représentation de ces connaissances. Cet effort de formalisation a permis, pour les agronomes, un gain de rationalité, en montrant des contradictions insoupçonnées et des généralisations possibles. Il a, par ailleurs, contribué à améliorer le transfert de savoir-faire entre les agronomes et les maraîchers, par l'intermédiaire des conseillers agricoles.

La conduite plante à plante

Les interventions manuelles sur les plantes sont réalisées par les ouvriers, à partir de consignes de travail données par le chef de culture. Si elles codifient en partie ces actes techniques, les consignes laissent également une part d'autonomie non négligeable à l'acteur : l'opérateur pourra faire varier le nombre de fruits conservés sur chaque bouquet de +/–1 par rapport à la consigne, supprimer ou non un bouquet floral. Ceci n'est pas seulement dû à une difficulté à décrire les actes techniques, mais aussi à l'existence d'une variabilité d'état des plantes (vigueur, charge en fruits...), à l'intérieur d'une zone sur laquelle s'applique une même consigne. La marge de manœuvre doit donc permettre d'adapter la consigne à l'état réel de chaque plante, ce que, par la suite, nous appellerons la "conduite plante à plante". On rejoint ici un phénomène déjà observé dans l'industrie, où l'on abandonne l'application très stricte du taylorisme en insistant sur la nécessaire adaptabilité des opérateurs à l'imprévu (De Tersac, 1992). Des travaux de recherche ont donc été conduits sur les déterminants et les conséquences de cette conduite (Navarrete, 1993).

Par expérimentation, on montre que la conduite plante à plante permet d'améliorer certains critères de qualité, tout en ne réduisant pas le rendement commercialisable. Par exemple, il est possible de conserver un fruit de moins que la consigne sur les plantes faibles, et un fruit de plus sur les plantes vigoureuses. Adapter la consigne d'éclaircissage des bouquets floraux à la vigueur des plantes permet alors de supprimer les fruits déformés, et évite l'apparition de fruits de petit calibre, qui seraient non commercialisables (figure 1). Ces résultats expérimentaux sont en accord avec les pratiques des maraîchers : par enquête, on constate effectivement que seules les exploitations qui ont pour objectif de produire de la qualité (fruits de calibre homogène et non déformés), du fait notamment de leur mode de commercialisation, réalisent une conduite plante à plante de l'éclaircissage.

Cependant, la conduite plante à plante suppose de confier une part importante de l'élaboration de la production aux ouvriers, personnel aux qualifications très variables, à rotation rapide et parfois peu expérimenté (Bourquelot *et al.*, 1990). Or, une erreur de diagnostic dans le nombre et la position des fruits, voire des bouquets, à supprimer peut avoir un effet beaucoup plus négatif que l'application d'une consigne moyenne sur l'ensemble de la serre. C'est pourquoi elle ne peut être réalisée que si les compétences disponibles sur la culture sont suffisantes.

Or, ces compétences dépendent bien sûr des savoir-faire individuels des opérateurs, mais aussi de l'organisation du travail sur l'exploitation, dans le temps et l'espace, qui peut les exprimer ou au contraire les inhiber. On constate que la conduite plante à plante s'accompagne généralement de modes d'organisation du travail bien spécifiques, et que le personnel est spécialisé par culture. Ainsi, il peut être plus rapidement formé, et il est plus expérimenté. De plus, attribuer à chaque personne une zone dans la serre, dont elle est responsable à l'année, permet une motivation plus grande, donc une meilleure qualité du travail, d'autant qu'elle peut être encouragée par des primes personnalisées. De même, il est souhaitable de faciliter la comparaison d'une plante à l'autre, qui est l'élément moteur de la conduite plante à plante. Ceci est obtenu en ne réalisant qu'une seule opération à la fois à chaque passage dans la serre. Par exemple, si l'éclaircissage est réalisé seul, l'opérateur pourra se concentrer sur un seul indicateur, l'état du bouquet à la nouaison (figure 1), pour adapter plante par plante la consigne de taille des bouquets.

Or, une telle organisation peut être incompatible avec des contraintes de l'exploitation : en effet, pour réduire les

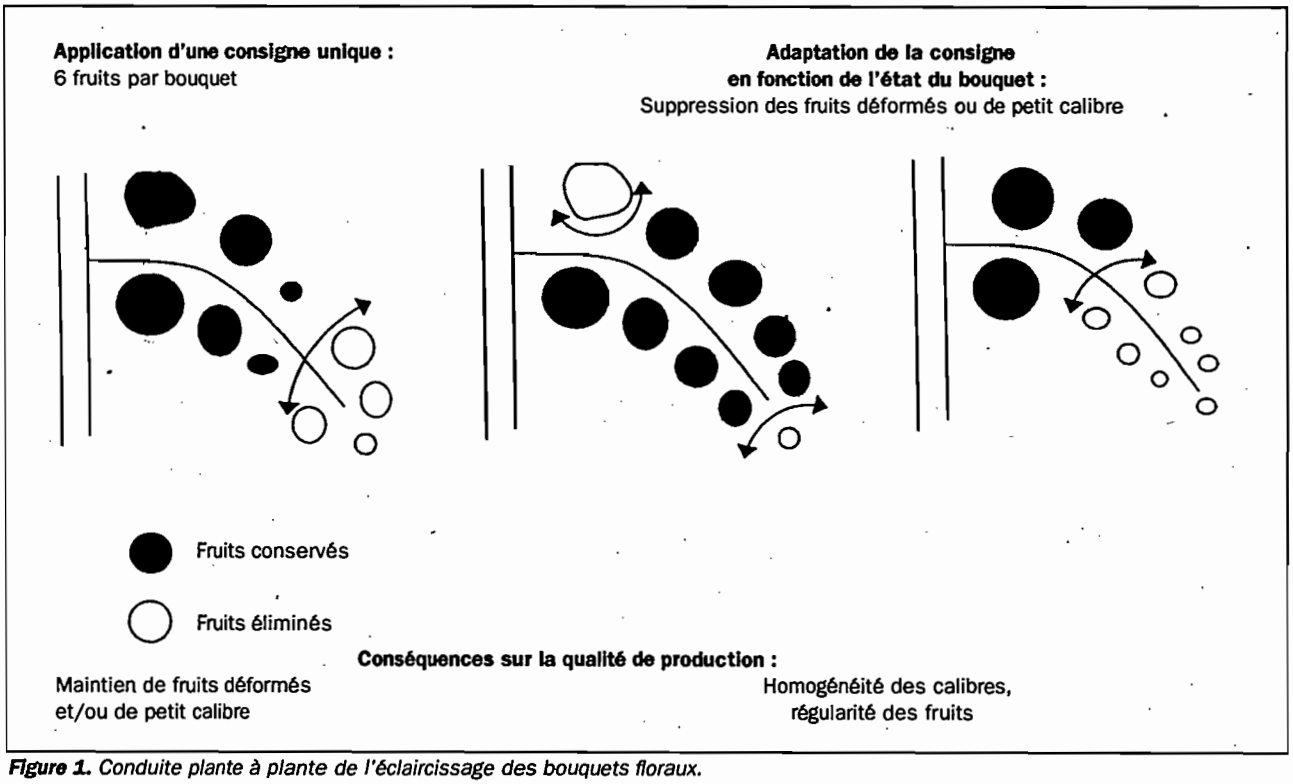


Figure 1. *Conduite plante à plante de l'éclaircissage des bouquets floraux.*

temps de travaux, le personnel peut être amené à ébourgeonner, éclaircir les bouquets floraux et palisser les tiges en même temps. De fait, on constate que les exploitations dont le mode de commercialisation de la production valorise la qualité ont adopté une organisation du travail compatible avec la conduite plante à plante (tableau I). Leur politique d'embauche du personnel est également adaptée. Au contraire, les exploitations qui privilégient le rendement ont une organisation du travail généralement très différente, car elle est dictée par d'autres contraintes, liées notamment à la présence d'autres cultures sur l'exploitation.

Ces travaux conduisent les agronomes, et plus particulièrement les conseillers agricoles, à prendre en compte l'ensemble du système "exploitation" pour proposer de nouvelles techniques. Ceci permet d'une part de discuter de l'adéquation des objectifs de production du maraîcher au contexte de chaque exploitation, et d'autre part de proposer si nécessaire de nouveaux itinéraires techniques adaptés.

Dans les deux exemples précédents, nous avons vu :

- comment gérer un ensemble de techniques de gestion du climat qui sont en forte interaction, à la fois physiquement (à l'intérieur du milieu confiné qu'est la serre) et biologiquement (dans les conséquences sur les plantes) ;
- comment adapter certaines techniques manuelles à l'état des plantes, mais en tenant compte fortement d'objectifs et de contraintes définis au niveau de l'exploitation tout entière.

Dans les deux cas, seule une partie du système a été prise en compte (respectivement le climat et les techniques manuelles), alors que les différents sous-systèmes eux-mêmes sont fortement liés. Par exemple, il est possible de jouer sur la vigueur des plantes par différentes techniques (en modifiant la température de l'air, la fertilisation, le nombre de fruits ou de feuilles...), mais toutes ces actions n'ont pas les mêmes coûts, les mêmes exigences, les mêmes contraintes. Il est donc nécessaire de modéliser l'ensemble de la culture et des techniques, pour proposer des itinéraires techniques complets.

Tableau I. Effet de l'organisation du travail sur les caractéristiques de la production.

	Travail en équipe : 1 opérateur par rangée de plantes	**Travail individuel : 1 opérateur par zone de serre**
Une seule opération culturale à chaque passage de l'opérateur dans la serre	Production de masse (2)	Production de qualité (3)
Plusieurs opérations culturales à chaque passage de l'opérateur dans la serre	Production de masse (1)	Production de qualité (1) Production de masse (2)

☐ *Organisation du travail la plus favorable à une conduite plante à plante*

Les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre d'exploitations.
Production de qualité : pas de fruits déformés, calibres homogènes.
Production de masse : rendement élevé, qualité variable.

Conclusion

Dans les cultures maraîchères sous serre, il existe un grand nombre de paramètres à contrôler (état des plantes, du climat...), qui sont tous en forte interaction. Les techniques disponibles sont multiples, de nature différente (manuelles ou automatisées, à l'échelle de la plante ou du peuplement...), et les contraintes afférentes sont également très variables (caractéristiques des matériels disponibles, compétences et organisation de la main-d'œuvre, coût des intrants...). Jusqu'à présent, sur chaque exploitation, la méthode des essais-erreurs a permis un ajustement progressif, au fil des années, des moyens de production aux objectifs, et des objectifs aux contraintes jugées incontournables. Mais cet équilibre est aujourd'hui remis en cause. D'une part, pour le système de culture "tomate sous serre en culture longue", l'évolution rapide des variétés cultivées, des techniques et des moyens de production ne permet plus aux maraîchers de s'appuyer sur un savoir-faire acquis par expérience. D'autre part, à cause des difficultés économiques (et notamment des difficultés de commercialisation), les maraîchers modifient des pans entiers de leur système : changement des dates de production, des espèces cultivées, développement des cultures sous tunnels plastiques... Leur expérience n'est plus alors adéquate pour reparamétrer l'ensemble du système, et les besoins en outils d'aide à la décision se font de plus en plus pressants. D'ailleurs, deux rapports de prospective réalisés récemment en France et aux Pays-Bas (Guillon, 1993 et Bakker, 1993, cités par Codron, 1993) insistent sur la nécessaire diversification du secteur de la production de tomate, et il faudra pour cela définir des manières de produire très différentes.

L'acquisition de connaissances de nature systémique apparaît donc comme une nécessité dans les années à venir, pour être en mesure de fournir des modes de conduite variés, adaptés à chaque exploitation. Des travaux sont en cours en ce sens à l'INRA, regroupant des chercheurs de disciplines variées, agronomes, écophysiologistes, bioclimatologistes et chercheurs en intelligence artificielle, afin d'associer aux modèles écophysiologiques et aux connaissances agronomiques déjà existantes des bases de connaissances plus empiriques, ainsi que des modules économiques qui permettront de tester économiquement les conduites proposées.

Références bibliographiques

Bourquelot F., Codron J.M., Rolle P., 1990. *Aspects socio-économiques des conditions de travail sous serre.* Montpellier, France, INRA-ESR, 24 p.

Brossier J., Vissac B., Le Moigne J.L., 1990. *Modélisation systémique et système agraire. Décision et organisation.* Paris, France, INRA, 365 p.

Capillon A., 1988. Jugement des pratiques et fonctionnement des exploitations. *In : Pour une agriculture diversifiée,* M. Jollivet éd., Paris, France, L'Harmattan, p. 124-133.

Codron J.M., 1993. Changement technique et filière tomate. *In :* Séminaire Innovations et Sociétés, 13-16 septembre 1993, Montpellier, France.

De Tersac G., 1992. *Autonomie dans le travail.* Paris, France, PUF, 279 p.

Jones J.W., Dayan E., Allen L.H., Van Keulen H., Challa H., 1991. A dynamic tomato growth and yield model (TOMGRO). Trans. ASAE, 34 : 663-672.

Martin-Clouaire R., Boulard T., Cros M.J., Jeannequin B., 1993. Using empirical knowledge for the determination of climatic setpoints : an artificial intelligence approach. *In : The computerized greenhouse : automatic control application in plant production.* Hashimoto, Bot, Day, Tantau et Nonami éd., New York, Etats-Unis, Academic Press, p. 197-224.

Navarrete M., 1993. *Variabilité au sein d'un peuplement de tomate sous serre et répercussions sur la conduite technique. Analyse expérimentale et étude des pratiques culturales des maraîchers.* Thèse, université d'Orsay, France, 152 p.

Sebillotte M., 1978. Itinéraire technique et évolution de la pensée agronomique. C.R. Acad. Agric. Fr., 11 : 906-913.

Toward Sustainable Agriculture in Tanzania: Socioeconomic and Policy Implications of Judicious Insecticide Spraying in Cotton

Ringia, Otto
Department of Research and Training, Ministry of Agriculture,
ARTI, Ilonga, BP Ilonga, Kilosa, Tanzania

Abstract

Results from previous on-station and on-farm experiments involving insecticide spraying in cotton based on damage thresholds indicated that the number of sprays could be reduced without significantly affecting seed cotton yield and quality. The main objective of this study was to evaluate in farm conditions the biological and economic merits of judicious insecticide spraying in cotton based on damage thresholds. The ultimate goal was to reduce spraying costs and quantity of insecticide (for environment safety). The trial was a verification, managed and implemented by farmers. A randomized complete block design was superimposed in farmers' fields. Six farmers in two clusters were selected at five locations. Each farmer applied one of the treatments: standard calendar, damage threshold (scouting) spraying, or farmer practice. In the calendar treatment, the crop was sprayed at 10-day intervals; in scouting, it was sprayed only if the pest damage threshold was 20% or above. In addition to farmer evaluation, an informal survey was conducted to verify some of the cotton cultural practices. Data were subjected to ANOVA, gross margin, partial budget, and break-even analysis. The number of sprays was reduced from 6 to about 3 without significantly affecting seed cotton yield and quality. Economic analysis showed that peasant cotton production is not economical; however, spraying based on damage thresholds is relatively cost-effective and affordable for farmers. Moreover, reduced (almost 50%) spray frequency and insecticide quantity in farmers' fields also contributes toward a safer environment.

Key words

Cotton, farming systems, judicious insecticide spraying, on-farm experimentation, sustainability, policy.

Résumé

Vers une agriculture durable en Tanzanie : les implications socio-économiques et politiques de traitements insecticides raisonnés du coton.

Comme l'ont montré les expérimentations de traitements insecticides du coton suivant la méthode des seuils d'infestation, réalisées en station et en conditions réelles, il est possible de réduire le nombre de pulvérisations requises, sans conséquences significatives sur les rendements et la qualité du coton-graine. Cette étude visait à évaluer, en conditions réelles, l'intérêt économique et biologique des pulvérisations de ce type. L'objectif était d'en réduire le coût et les quantités de pesticides utilisées, dans une optique de préservation de l'environnement. Les essais, gérés et mis en oeuvre par les exploitants, consistaient à vérifier la possibilité de traiter les plants suivant la méthode des seuils d'infestation ; le plan d'expérimentation était un bloc complet randomisé ; six exploitants ont été sélectionnés sur cinq sites et répartis en deux groupes, chargés chacun des trois mêmes types de traitements, à savoir : 1) suivant un calendrier de pulvérisation standard, 2) suivant un calendrier défini par le seuil d'infestation, et, 3) suivant les pratiques traditionnelles. Dans le premier cas, les pulvérisations ont été faites à intervalle de 10 jours, alors que dans le second, le traitement n'a été fait que lorsque le seuil d'infestation était égal ou supérieur à 20 %. Des informations sur les pratiques localement mises en oeuvre en culture du coton, ont par ailleurs été collectées. Une ANOVA des marges brutes, budget partiel et rentabilité a été effectuée à partir des données enregistrées lors des essais. Le nombre de pulvérisations a pu être réduit de six à trois, sans conséquences significatives sur les rendements et la qualité du coton-graine. L'analyse économique a montré que la production de coton au niveau paysan n'est pas rentable ; la conduite des traitements avec seuils est néanmoins économiquement intéressante, et financièrement accessible aux agriculteurs. Il est possible, en conditions réelles, de réduire de près de 50 % la fréquence et les doses de ces traitements, ce qui peut également constituer une pratique plus respectueuse de l'environnement.

Introduction

Most peasant farmers cannot afford the high prices of cotton inputs, particularly pesticides. Recommended calendar spraying is not only costly but also environmentally unsafe because of the alarmingly high levels of pesticide sprayed. Labor for spraying is also a constraint. On-farm data revealed that farmers were already experimenting with judicious insecticide spraying in cotton.

Cotton entomologists and, later, farming systems research (FSR) specialists conducted several studies on spraying by scouting. The results of trials in the late 1980s showed that spraying based on damage thresholds reduced the number of sprays from 6 to between 1 and 5, without significantly affecting control of *Helicoverpa armigera* (Hubner), yield of seed cotton, and overall damage to cotton (Kabissa 1989).

A randomized complete block design was superimposed in farmers' fields to validate the scouting technique in field conditions and under farmer management. Farmers were instructed how to scout for damaged flared squares and to spray if the damage exceeded 20%.

Judicious spraying based on damage threshold reduced the number of sprays from 6 to about 3 without affecting seed cotton yield and quality. Farmers' practice also included some kind of scouting; they sprayed on average significantly less frequently compared with "professional" scouting. Spraying based on damage threshold is cost-effective and environmentally much safer. It is also labor-saving.

Objectives

The specific objectives for evaluating the biological and economic merits of judicious insecticide spraying in cotton in farm conditions were:

- to verify in farm conditions the applicability of damage thresholds for spraying;
- to quantify cost savings and reduction in the quantity of insecticide used;
- to investigate the effect of other cultural practices on the spraying regime;
- to assess the economics of peasant cotton production, particularly the effect of spraying costs on profitability, and to advise on policy.

Hypotheses

Several hypotheses were examined during these verification trials:

- It is not possible to cut down on the number of insecticide applications in cotton in farm conditions without significantly affecting the yield and quality of seed cotton.
- Given the current prices of cotton inputs and seed cotton, and the marketing infrastructure, peasant cotton production in Kilosa is not economical.

Materials and Methods

Six farmers were selected and grouped in two clusters (3 farmers each) at five locations/villages. Each cluster conducted one of the three treatments. Each farmer served as a replicate. A randomized complete block design was superimposed in farmers' fields for the trial.

All farmers planted cotton cultivar IL 74 on their preferred date between mid-February and mid-March. Experimental plots were sampled and demarcated a few weeks before spraying commenced.

Cypermethrin 2.5% was applied at the rate of 62.5 g a.i./ha. Six applications were undertaken at 10-day intervals by two farmers at each location. Two other farmers applied the same amount of insecticide, but only when counts of damaged squares exceeded 20%. The remaining two farmers were not given any insecticide and were left to spray according to their usual practice, but the frequency and rate of application was monitored and recorded.

The insecticide was applied by means of hand-held battery-operated spinning disc ultralow volume (ULV) sprayers at approximately 5-meter swath widths at all farms except those with the "farmer practice" treatments, where knapsack sprayers were used.

Sampling for *H. armigera* larvae and damaged flared squares began at flowering. Counts were made on days 4 and 9 after each application. Ten plants were selected at random along each diagonal of the field and inspected for larvae and damaged squares. The farmer was advised to spray if the damaged squares exceeded 20%; if they were below the threshold, sampling was repeated on days 4 and 9, respectively.

The number of sprays in each treatment, time of planting and spraying, seed cotton yield, and costs of cultural operations and inputs were recorded and analyzed (variance, gross margin, partial budget, and break-even analyses).

An informal survey was also conducted to collect additional information on cotton cultural practices in the area.

Results and Discussion

Statistical Analysis

Seed cotton yields did not differ significantly between spraying regimes and across locations (Table 1). However, farmers who sprayed on the basis of the pest damage threshold managed to reduce the number of sprays from the recommended 6 to about 3 per season. The amount of insecticide sprayed per hectare was therefore reduced from 15 L to less than 7.5 L.

Previous on-station scouting trials managed to reduce the number of sprays from 6 to less than 2 per season without significantly affecting seed cotton yield and quality (Kabissa 1989). However other multiple stress factors that could affect the insecticide spraying regime and pest dynamics were not adequately studied (Barfield et al 1987). Two farmers used knapsack sprayers while the rest used ULV spinning disc sprayers. To some extent this may have

affected the consistency of data reported by Singh and Chuneja (1987).

Table 1. Seed cotton yield and number of sprays across locations and seasons, Kilosa, Tanzania, 1992.

Treatment	Mean yield (kg/ha)	Mean sprays/season
Calendar spraying	1336	6.0
Scouting	1252	3.9
Farmer practice	1261	2.9
Mean	1283	4.3***
CV	32.9	25.7
LSD	NS	0.94

****Highly significant at 1% ($p < .0001$).*

The Survey

Farmers' spraying practice also involves some kind of scouting but the exact decision criteria for judging when and how much to spray are not clearly understood. Through scouting, farmers spray significantly less frequently than in "professional" scouting (Table 1); the average spraying rate is 47.5 g. a.i./ha, which is lower than the recommended rate of 62.5 g a.i./ha.

Farmers consider the first spraying at square formation and spraying at boll opening critical and they are done timely and thoroughly to control early instar of *H. armigera* and *Dysdercus* sp.

The "neighbor effect" also affected farmers' spraying regimes. A "good" neighbor who sprayed timely could help reduce spraying frequency. Some farmers were reported to sometimes depend entirely on "free rides." Others had to spray more frequently than usual to combat "refugee" pests from neighbors owing to incongruous spraying. Poor weeding and field sanitation (eg, closed season) can contribute to an increase in pest problems.

Economic and Policy Implications

In general, peasant cotton production is not economical (Table 2). However, judicious spraying by scouting is the most cost-effective solution. It is economical (MRR = 697%) to shift from the current recommended practice of calendar spraying to spraying by scouting (Tsh18 000*/ha).

Table 2. Per hectare gross margins of cotton production in Kilosa, Tanzania, 1992 (in thousands of Tanzanian shillings[a]).

	Locations		
	South	Central	North
Gross returns (Tsh/ha)	68	92	56
Total variable costs (Tsh/ha)	74	96	97
Net losses (Tsh/ha)	7	4	41

a. US$1 = Tsh350 (in 1992).

To recover production costs, the price of seed cotton should be at least Tsh82/ha and the yield, at least 1200 kg/ha, although it may not be technically feasible to attain this yield level (Table 3). At the prevailing price of Tsh60/kg of seed cotton, 80% of the farmers indicated that they would not grow cotton in the 1992/93 season. About 63% of the farmers supported liberalization of crop marketing (20% were indifferent) in the expectation of getting better prices.

Table 3. Comparison of break-even and current yields and prices of seed cotton in Kilosa, Tanzania, 1992.

Location	Yield[a] (kg/ha)	Price[a] (Tsh[b]/ha)
South	1473 (1125)	79 (60)
Central	1783 (1539)	70 (60)
North	2014 (936)	129 (60)
Mean	1757 (1200)	93 (60)

a. Numbers in parentheses refer to current yield/ha and price/kg.
b. US$1 = Tsh350 (in 1992).

Cotton is a primary source of foreign exchange, raw material for local industries, and employment. Better prices and judicious use of insecticides are necessary for sustainable cotton production in Tanzania.

Conclusion

Judicious spraying in cotton based on damage thresholds appears to be relatively cost-effective, affordable, and manageable for peasant farmers. The results also show that the quantity of insecticide sprayed in cotton can apparently be reduced by almost half, which may contribute toward a safer environment.

Results of the economic analysis also indicate that under prevailing prices of inputs for cotton crops, prices of seed cotton are not economical.

Scouting by farmers and the technique for determining damage thresholds may complement professional scouting and offer potential for further reduction of the quantity of insecticide sprayed.

Acknowledgement

I wish to thank the Tanzanian and Dutch governments for their financial assistance. I also wish to thank especially Dr Ann Stroud for her technical support. The staff of the cotton entomology and farming systems research programs at Ilonga were very supportive and their collaboration was vital in accomplishing this work; in particular, I wish to thank Dr JCB Kabissa and Amos Chilagane.

References

Barfield CS, Cardelli DJ, Boggess WG. 1987. Major problems with evaluating multiple stress factors in agriculture. Tropical Pest Management 33(2).

Kabissa JCB. 1989. Evaluation of damage thresholds for insecticidal control of *Helicoverpa armigera* (Hubner) on cotton in eastern Tanzania. Bulletin of Entomological Research 79:95–98.

Singh H, Chuneja PK. 1987. Comparative performance of H.V., L.V. and U.L.V. sprayers for the control of cotton bollworms. Tropical Pest Management 33(1).

De la parcelle cultivée à la sole d'une culture : des échelles complémentaires de conception des références techniques

Aubry Christine
INRA-SAD-PG, 78850 Thiverval-Grignon, France

Résumé

Alors que la plupart des références et des conseils techniques sont fournis à l'échelle de la parcelle cultivée, on montre, dans le cas du blé d'hiver en exploitations de grande culture, que la gestion technique d'une culture est conçue chez les agriculteurs au niveau de la sole de cette culture. En recourant à la notion de modèle d'action, on met en évidence une structure commune pour représenter l'organisation planifiée des décisions sur la sole. La considération des modèles de gestion des soles permet de rendre plus opérationnels pour l'agriculteur les diagnostics émis par un expert et ouvre des perspectives pour la formulation des références techniques et le renouvellement des démarches de conseil. Les bouleversements actuels du contexte de production, notamment pour les cultures directement touchées par la réforme de la Politique agricole commune, nous semblent impliquer une meilleure prise en compte des manières de décider des agriculteurs en matière de conduite des cultures.

Mots clés

Parcelle, sole, références techniques, décision.

Summary

Design of Technical References for Different Cropping Levels

In planning their crop management strategy, farmers consider all plots supporting one crop as a whole, whereas most technical references and advice are aimed at single plots. We show that a common structure can represent the organization of farmer decisions for wheat plot on arable farms. The use of decision models can help provide more efficient technical diagnoses and better reference and advice channels. Adoption of this strategy could be useful for adapting farm crop management to the new constraints of the Common Agricultural Policy.

Introduction

Pour aider les agriculteurs à conduire leurs cultures, l'agronome conçoit des références techniques, pour la plupart au niveau de l'opération culturale, parfois intégrées sur l'ensemble de l'itinéraire technique [1]. L'échelle privilégiée de travail de l'agronome, pour le diagnostic des effets des techniques culturales sur la production, comme pour la conception et le test des références qu'il produit, est la parcelle, surface où un peuplement végétal est conduit d'une façon homogène (choix d'un cultivar, d'un itinéraire technique appliqué dans les mêmes conditions). Or, dans l'exploitation agricole, si la parcelle cultivée est bien un lieu d'application des techniques culturales, elle n'est généralement pas l'échelle unique de conception des conduites techniques de la culture pour l'agriculteur : en effet, pour une espèce cultivée donnée, celui-ci est généralement confronté à la conduite conjointe de plusieurs parcelles portant cette culture et dont l'ensemble constitue la sole. Cette sole est composée de parcelles plus ou moins nombreuses et variées selon la nature de la culture, sa place dans l'assolement et les successions de cultures au sein de l'exploitation. Toutes ces parcelles portant une même culture nécessitent cependant des opérations culturales semblables à des dates identiques ou proches. Par ailleurs, dans la plupart des exploitations, il existe aussi d'autres activités (autres soles, élevages...) : comme les moyens disponibles d'intervention technique (matériel, main-d'œuvre, capacité à financer ou à stocker des intrants...) sont limités, des concurrences peuvent surgir pour leur utilisation. L'agriculteur est donc conduit, à des degrés variés selon l'importance des concurrences, à réaliser des arbitrages à différents niveaux, notamment entre soles de culture différentes et, au sein d'une même sole, entre parcelles.

[1] Combinaison logique et ordonnée d'opérations culturales destinée à contrôler le milieu pour en tirer une production donnée (Sebillotte, 1974, 1978).

Eléments de problématique

On a fait l'hypothèse que la sole d'une culture constitue, pour l'agriculteur, un niveau de décision technique en tant que tel, dont dépend la conduite de chaque parcelle constitutive. Si tel est le cas, la connaissance des règles de décision de l'agriculteur au niveau de la sole est susceptible d'aider l'agronome à rendre plus pertinents les diagnostics qu'il émet, les références et les aides à la décision technique qu'il propose pour la conduite des cultures. Nous avons testé cette hypothèse dans le cas du blé d'hiver, en systèmes de grande culture, afin de circonscrire les arbitrages à ceux pouvant exister entre cultures différentes : dans de tels systèmes, la sole de blé est souvent importante[2] et hétérogène, car le blé peut être présent, au sein de l'exploitation, dans des parcelles de caractéristiques très variées (terrains, histoires, précédents culturaux, formes, tailles, localisations...). Sa conduite technique a connu, jusqu'au début des années 90, un processus d'intensification rapide, qui s'est traduit par l'accroissement des quantités d'intrants et la multiplication des interventions culturales, certaines ayant des exigences précises en termes de dates, ce qui renforce la nécessité d'arbitrages dans l'organisation du travail.

[2] Entre 20 et 45 % de la surface agricole utile (SAU) selon Carles (1987).

Notre étude (Aubry, 1994) a porté sur la région picarde, où nous disposions à la fois d'un corps important de références sur la conduite du blé d'hiver (Meynard, 1985) et d'une représentation organisée de la diversité régionale des exploitations, grâce à une typologie de fonctionnement et de trajectoires d'évolution (Aubry *et al.*, 1989). Dans cette région, le blé est en concurrence avec des cultures de printemps à récolte d'automne, pommes de terre, betteraves sucrières et/ou maïs grain selon les types de fonctionnement. Neuf exploitations ont été choisies, recouvrant une diversité de fonctionnement au sein des systèmes de grande culture, afin d'étudier la gestion technique de leur sole de blé au cours des campagnes culturales 1986-87 à 1988-89.

Pour comprendre en quoi la sole de blé constitue un niveau de décision technique pour l'agriculteur, on a cherché à modéliser les processus de décision conduisant aux pratiques culturales observables sur les différentes parcelles, lesquelles peuvent varier notamment en fonction du contexte climatique (Papy, 1993). En s'inspirant pour cela de la notion de modèle d'action (Sebillotte et Soler, 1988, 1990 ; Duru *et al.*, 1988), qui désigne l'organisation planifiée des décisions en fonction d'objectifs, guidant l'action au jour le jour. Cette organisation s'exprime sous forme de programmes prévisionnels, de corps de règles d'action correspondant à chaque étape des programmes, et d'indicateurs

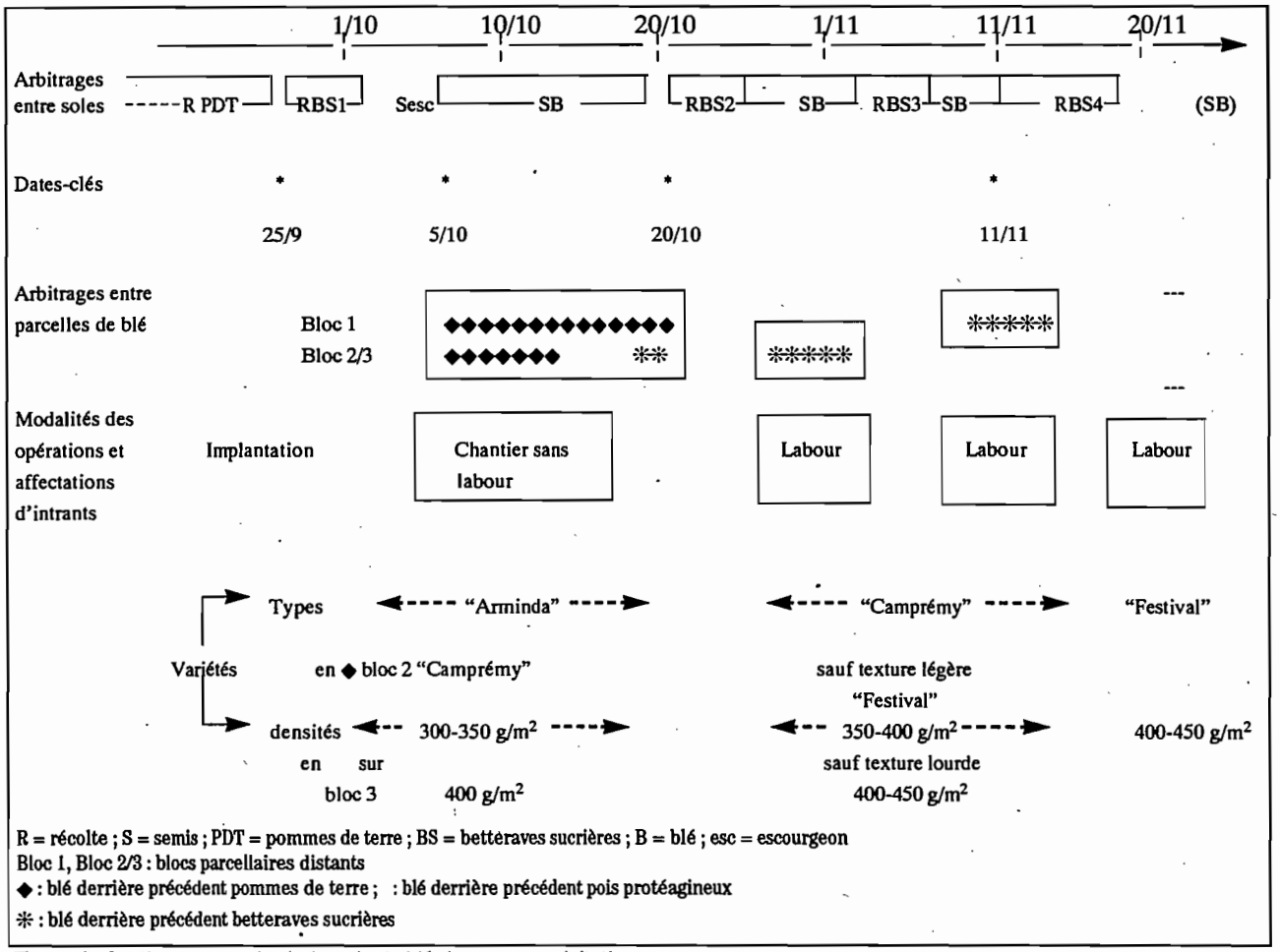


Figure 1. *Gestion automnale de la sole de blé dans une exploitation.*

renseignant sur l'état du système, permettant de choisir, au moment de l'action, entre des règles alternatives. Cette structuration vaut pour des décisions de caractère récurrent et sur un pas de temps relativement court, comme celles portant sur la gestion des systèmes techniques de production. La notion de modèle d'action a été utilisée pour décrire les règles de décision technique dans des cas comme l'implantation de la betterave sucrière (Cerf et Sebillotte, 1988 ; Sebillotte et Servettaz, 1989), l'organisation du travail dans l'exploitation (Papy *et al.*, 1988 ; Navarrete, 1993) ou la conduite des troupeaux (Hubert *et al.*, 1993).

Résultats

L'utilisation du concept de modèle d'action pour rendre compte de la gestion de la sole de blé dans les exploitations de grande culture picardes a conduit à découper le cycle cultural en deux grandes périodes, l'automne et le printemps, car la nature des décisions à prendre et des arbitrages nécessaires entre soles et entre parcelles diffère. On a par ailleurs considéré d'une part la place du blé dans l'organisation du travail à ces différentes périodes, d'autre part le choix et l'attribution entre parcelles des natures et niveaux d'intrants.

A titre d'exemple, sur une grande surface (plus de 300 ha) où l'assolement comprend trois cultures principales (pommes de terre, betteraves sucrières et blé), la sole de blé (environ 150 ha sur 20 parcelles) est conduite avec un objectif global d'intensification (au moins 80q/ha visés). Pour satisfaire cet objectif, l'agriculteur définit au cours de la gestion automnale de la sole des objectifs intermédiaires se traduisant par certaines priorités entre cultures et entre parcelles de la sole de blé, ainsi que par le choix de cer-

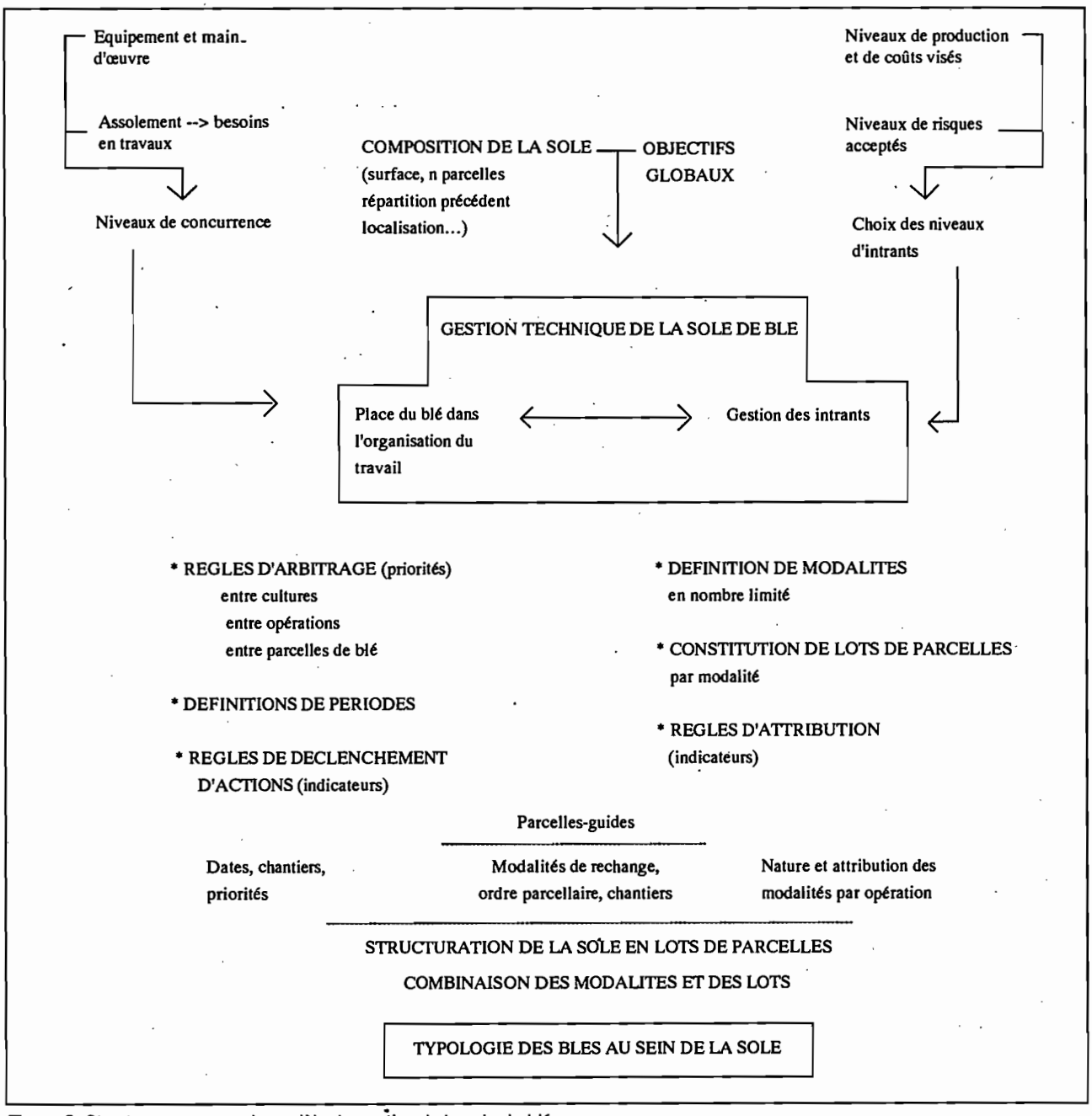


Figure 2. Structure commune du modèle de gestion de la sole de blé.

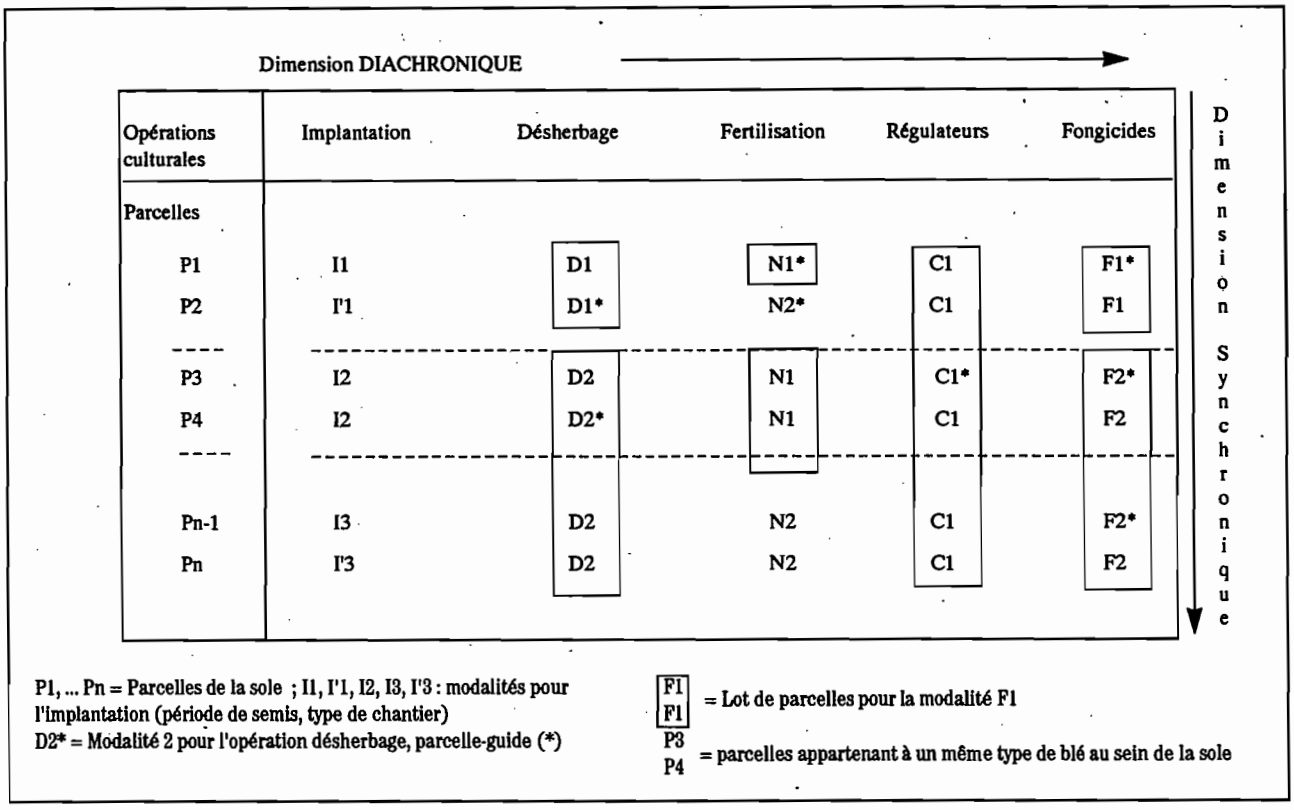


Figure 3. Une double logique pour la gestion de la sole

taines modalités d'intrants et de leur affectation aux parcelles (figure 1). Ainsi, il définit une période prioritaire pour le semis du blé, du 5 au 20 octobre environ, correspondant régionalement aux plus fortes chances d'atteindre des rendements élevés. Pendant cette phase, l'agriculteur veut implanter la totalité de ses blés de précédent pommes de terre (près de 80 ha) et ceux de précédent pois protéagineux (environ 20 ha). Ses moyens en main-d'œuvre et matériel ne lui permettent pas de mener simultanément des chantiers de récolte et de semis : face à cette contrainte, son programme prévisionnel comporte la récolte prioritaire en septembre de l'intégralité des pommes de terre (toutes suivies de blé), puis une première récolte de betteraves sucrières (environ 10 ha sur les 50 ha de betteraves suivies de blé) avant le début des semis. Il accepte ensuite de prendre du retard sur les récoltes suivantes de betteraves (alors qu'elles devraient s'échelonner au rythme des pesées géométriques décadaires) pour avancer les semis de blé. Après le 20 octobre, il lui faut rattraper ce retard et les semis de blé ne sont plus prioritaires sur les arrachages de betteraves sucrières. L'agriculteur prévoit une fin des semis au 11 novembre, car les performances que l'on peut attendre après cette date sont jugées par lui trop faibles et les risques d'implanter en mauvaises conditions trop élevés. Toutefois, si du retard a été pris lors d'une phase antérieure ou si des précédents autres (blé, colza, en faible proportion) se rencontrent dans la sole, l'agriculteur a prévu une solution de rechange consistant à semer les parcelles restantes à la fin de novembre, après les dernières récoltes de betteraves. Ces parcelles seront alors "déclassées" en termes de niveau souhaité de production.

A ce découpage en périodes marquées par des dates-seuils et des arbitrages différents, correspond la définition prévisionnelle de certaines modalités d'opérations culturales : ainsi l'implantation est prévue par un chantier avec travail superficiel en première période, permettant de semer simultanément le blé sur des blocs parcellaires éloignés, et avec labour par la suite. Les variétés (et les densités de semis) sont choisies et réparties en relation avec ce découpage automnal, à partir de la définition de "types variétaux" par période. D'autres critères comme la texture du sol (entraînant le recours à un autre "type variétal" pour une date de semis donnée) et des objectifs définis au niveau de la sole (volonté d'avoir une certaine surface en une variété particulière — "de qualité" ou sous contrat —, surface minimale consacrée à l'autoproduction des semences, "essais" de nouvelles variétés dans tel type variétal...) contribuent à définir, par un jeu de règles de décision spécifiques, les attributions des variétés aux différentes parcelles.

La gestion technique à l'automne se traduit ainsi par des hiérarchies au sein de la sole de blé : aux lots de parcelles définis par leur place dans la dynamique des semis, correspond un ensemble d'attributs (chantier d'implantation, type variétal, densité de semis). Au printemps, cette première structuration est complétée pour déterminer les modalités d'intrants (nature, quantités et dates d'apport) : ainsi, l'agriculteur calcule une dose totale d'azote extrapolée à toute la sole, en se basant sur les parcelles de précédent pommes de terre du bloc 1 (figure 1) ; il se base par contre sur le stade de développement du blé dans celles du bloc 2 (en "type Camprémy, plus précoce) pour décider de la date de l'apport "début montaison", extrapolée à toute la sole ; les décisions de protection fongicide font l'objet d'une stratégie largement anticipée (pour permettre notamment l'achat de produits en morte-saison), où trois modalités sont prévues par rapport à trois lots de parcelles, en fonction de

la période de semis (trois fongicides avant fin octobre ; deux après) et de la sensibilité variétale soit à la rouille, soit à la septoriose en première période (choix de produits différents pour les deuxième et troisième apports de fongicides). Le recueil d'indicateurs servant à choisir parmi des règles d'action alternatives et/ou à déclencher l'opération prévue n'est réalisé que sur certaines parcelles-guides représentant chaque lot pour une opération donnée.

Dans l'ensemble des exploitations enquêtées, on a retrouvé une structure très voisine des modèles de gestion de la sole (figure 2), bien que leur contenu varie fortement d'une exploitation à l'autre : ainsi, tous les agriculteurs définissent a priori, pour chaque opération culturale, un nombre limité de modalités possibles (choix d'outils, de nature et quantités d'intrants, positionnement dans le temps), qu'ils répartissent au sein de la sole en constituant des lots de parcelles redevables d'une même modalité. La constitution de ces lots varie selon les opérations considérées. La sole est ainsi "allotée", dans une optique de réduction de la complexité de gestion provenant du nombre et de l'hétérogénéité des parcelles constitutives. Plusieurs objets de décision peuvent ainsi être distingués :

- la parcelle est une unité d'application des techniques culturales plus qu'une unité de conception des modes de conduite : l'hypothèse selon laquelle les conduites parcellaires dépendent de l'existence de la dimension sole s'est trouvée vérifiée dans chaque exploitation, y compris lorsque les niveaux de contraintes y étaient très faibles (peu de concurrences de travaux, disponibilité de temps pour la conduite individuelle...) ; certaines parcelles de la sole jouent cependant un rôle particulier en servant de parcelles-guides représentatives d'un lot, déterminant la règle de décision technique pour ce lot, notamment pour le recueil d'indicateurs spécifiques ;
- les lots de parcelles regroupent, selon l'opération culturale, les sous-ensembles de la sole redevables des différentes modalités techniques conçues ; ces allotements constitués en référence à des modalités prévues d'opérations culturales traduisent les hiérarchies entre parcelles qu'imprime l'agriculteur au sein de la sole, aux différentes phases du cycle cultural ;
- on peut regrouper en types de blé les parcelles redevables d'une même combinaison de modalités techniques au long du cycle cultural, qui appartiennent donc aux mêmes lots lors des opérations successives.

Ainsi, la gestion technique de la sole de blé relève d'une double logique (figure 3) : une logique "diachronique", dans le sens où l'agriculteur exprime, au long du cycle cultural, une certaine cohérence entre opérations culturales successives : celles-ci sont assemblées, sur certains lots de parcelles au moins, de façon à atteindre certains niveaux de production, à éviter certains risques. Mais cet assemblage est conditionné par une logique "synchronique", traduisant le fait que les modalités possibles pour chaque opération culturale sont peu nombreuses et réparties dans les lots : les adaptations possibles d'une opération culturale à l'état d'une parcelle sont ainsi limitées et pour beaucoup préprogrammées.

Les types de blé, regroupant "diachroniquement" les modalités définies "synchroniquement", constituent ainsi les "itinéraires techniques" de l'agriculteur où la "logique" de combinaison des modalités techniques résulte d'un jeu entre ces deux dimensions et ne se comprend qu'en considérant l'ensemble de la sole. Concept défini au niveau de la parcelle pour l'agronome, l'itinéraire technique est chez l'agriculteur la résultante d'un ensemble de décisions prises à un niveau englobant : la finalité agronomique de conduite des états du peuplement et du milieu sur la parcelle peut être secondaire par rapport aux nécessités de gestion de l'ensemble de la sole.

Conséquences pour l'agronome et le conseiller

La prise en compte des modèles de gestion de soles dans l'exploitation permet, comme nous l'avons montré , de rendre plus efficace le diagnostic agronomique et de tracer des perspectives pour la recherche de références techniques et pour la pratique du conseil à l'agriculteur.

En resituant au sein du modèle de gestion de la sole le diagnostic expert qu'il émet, l'agronome peut aider l'agriculteur à modifier ses conduites techniques d'une façon par lui acceptable car incluses d'emblée dans son propre cadre d'action (Sebillotte, 1990). Ainsi, sur l'exploitation donnée en exemple à la figure 1, le diagnostic agronomique fait apparaître que beaucoup de parcelles de la sole reçoivent le deuxième apport d'azote trop en avance par rapport au stade optimal de début montaison, lequel s'étale sur près d'un mois du fait de l'hétérogénéité des dates de semis et des choix variétaux sur la sole. C'est, notamment, systématiquement le cas pour les parcelles de précédent pommes de terre semées tôt dans le bloc 1 (au moins trois semaines d'avance). Ceci se traduit fréquemment par un défaut d'alimentation azotée en cours de montaison et la non-atteinte des hauts niveaux de rendement visés sur ces parcelles, alors que l'agriculteur détermine précisément par rapport à elles son unique dose totale d'azote sur la sole. Si l'on revient au modèle de gestion de la sole, on s'aperçoit que l'agriculteur ne peut recourir à une simple modification de la date d'apport sur ces parcelles : au moment où cet apport serait bien placé, les plantations de pommes de terre et les semis de betteraves occupent tout son personnel et ses tracteurs. Les arbitrages qu'il a prévus (tous les apports d'azote doivent être terminés avant le début des semis de printemps) et les parcelles-guides dont il se sert pour déclencher cet apport sont cohérents avec la priorité qu'il donne à la réalisation optimale des semis de printemps et avec son désir d'éviter des retards d'apport d'azote sur la sole (encore plus pénalisants pour le rendement). Il a donc été proposé, sur les parcelles où l'anticipation est trop forte, de procéder à un apport complémentaire après la fin des semis de printemps, en cours de montaison du blé. L'agriculteur a accepté cette solution dans le seul cas des parcelles derrière pommes de terre du bloc 1, du fait de son espérance de haut rendement sur ces types de blé ; il a par contre refusé ce passage supplémentaire sur d'autres blés moins "privilégiés", en particulier sur les parcelles semées le plus tardivement, où le problème se pose aussi de façon importante mais qu'il considère comme "déclassées".

La notion de modèle de gestion de la sole permet aussi de repenser la production de références techniques par l'agronome. Si la conception d'itinéraires techniques visant différents objectifs et adaptés à différentes contraintes (Meynard, 1985) est un progrès, le problème reste posé de leur insertion dans des modèles de gestion de sole préexistants. Une telle insertion nous semble devoir être favorisée par la prise en compte des aspects suivants.

- La connaissance des types de blé chez les agriculteurs et la pratique de diagnostics resitués dans les modèles de gestion de soles peuvent guider l'agronome dans la recherche des nouveaux itinéraires techniques à construire : à quels besoins doivent-ils répondre, sur quelles portions de soles, quelles solutions empiriques existent déja chez les agriculteurs, dont il faudrait évaluer la pertinence ? Cette même connaissance peut aussi servir de guide à l'agronome pour tester la robustesse des itinéraires techniques qu'il construit, en lui montrant les principales "déformations" auxquelles ils peuvent être soumis dans la pratique. Cependant, pour organiser à l'échelle régionale une telle recherche, il faudrait pouvoir disposer de typologies des modèles de gestion de soles. Nous butons actuellement sur une difficulté à organiser la diversité constatée de ces modèles, qui nous sont apparus très individuels dans leur contenu.
- Les itinéraires techniques construits par l'agronome sont de fait un ensemble de règles de décision, guidant l'application des techniques préconisées : ces règles doivent être fournies par le concepteur, de même que les indicateurs recueillis pour leur mise en œuvre concrète, les moments requis d'observation et l'estimation du temps nécessaire à ce recueil. Cette formalisation permet alors à l'agriculteur de s'interroger sur le caractère adoptable de l'itinéraire technique dans son propre contexte. La définition d'un domaine de validité des règles de décision nous paraît un préalable important au passage d'un itinéraire technique conçu par l'agronome dans la pratique agricole.
- Enfin, une autre voie de conception d'itinéraires techniques peut être de tester, dans une sole dont le modèle de gestion est connu, différentes répartitions des modalités techniques entre parcelles (en partant du schéma donné à la figure 3), en diagnostiquant les risques induits par chaque recombinaison proposée. Ce mode de conception est calqué sur la façon dont les agriculteurs fabriquent les types de blé et présente l'avantage de poser directement la question de l'intégration dans le modèle de gestion préexistant. Mais, pour ce faire, l'expérimentation n'est plus suffisante et il faut disposer d'un outil de simulation. Le logiciel DECIBLE (Aubry *et al.*, 1992), permettant de simuler, à l'échelle de la parcelle et dans une gamme de scénarios climatiques, les résultats agronomiques de différents corps de règles de décision, peut être cet instrument.

Le conseil technique auprès de l'agriculteur peut aussi être repensé : la formalisation avec un agriculteur de son modèle de gestion de la sole et la pratique de diagnostics "internalisés" constituent une attitude nouvelle pour le conseiller, dont le rôle ne se limite plus à apporter une expertise extérieure au contexte de l'action. Notre étude a montré qu'une telle démarche interactive représente, pour le couple agriculteur-observateur, un exercice de maïeutique (Berry, 1986) au cours duquel peuvent émerger, outre une explicitation des règles présidant aux pratiques actuelles, des idées originales pour de nouvelles conduites. Il s'agit alors d'analyser avec l'agriculteur (en utilisant si nécessaire les possibilités de la simulation) en quoi ces idées permettent ou non de surmonter certains risques, d'accroître les probabilités d'atteinte des objectifs globaux... Des travaux sont en cours pour formaliser cette démarche et l'appliquer dans d'autres contextes que celui de la région picarde. Dans d'autres cas, comme par exemple l'organisation du travail, la formalisation de ce type de démarche débouche sur un véritable renouvellement du conseil technique (Papy et Mousset, 1992).

Conclusion

A l'échelle de la sole de la culture, l'agriculteur définit des règles de gestion des conflits, répartit des moyens, gère des risques hiérarchisés. La sole est un objet de gestion technique ayant sa cohérence propre, dont dépend la conduite technique de chaque unité parcellaire. On peut représenter cette cohérence sous forme d'une structure commune présentant les caractéristiques d'un modèle d'action.

L'évolution du contexte de production depuis l'instauration de la nouvelle Politique agricole commune (PAC) de 1992 rend à nos yeux la démarche d'explicitation des modèles de gestion de sole de plus en plus nécessaire. En effet (Meynard et Papy, 1993), de nouvelles exigences se font jour, partiellement contradictoires entre elles :

- d'une part, l'agriculteur est incité à mieux ajuster les intrants à chaque situation culturale pour les cultures touchées par la PAC mais aussi plus généralement pour des raisons de protection de l'environnement : cet ajustement peut constituer une prise de risques que l'intensification des dernières décennies avait précisément pour but de faire disparaître ; pour contrôler ces risques, une adaptation parcelle par parcelle des modalités techniques et une surveillance au cas par cas sont souhaitables ;
- d'autre part, la réforme remet en cause l'ensemble du système de production (par exemple, pour limiter les charges de structure, poursuivre l'augmentation de la productivité du travail humain). Ceci peut inciter à des agrandissements de surface exploitée, à des mises en commun de matériel, de main-d'œuvre, génératrices de contraintes peu compatibles avec des exigences accrues de suivi parcellaire.

La connexion entre décisions d'orientation stratégique de l'exploitation et décisions de conduite technique à la parcelle passe pour beaucoup par la dimension "sole de la culture" : ce sont bien de nouveaux modèles de gestion des soles qu'il faut concevoir actuellement.

Références bibliographiques

Aubry C., 1994. *Gestion de la sole d'une culture dans l'exploitation agricole. Cas du blé d'hiver en grande culture dans la région picarde.* Thèse de doctorat, INA-PG, Paris, France (à paraître).

Aubry C., Capillon A., Servettaz L., 1989. Diversité des systèmes de production du Noyonnais et leur sensibilité au milieu. *In : Fertilité et systèmes de production,* M. Sebillotte éd., Paris, France, INRA, p. 102-131 (Coll. Ecologie et aménagement rural).

Aubry C., Chatelin M.H., Poussin J.C., Attonaty J.M., Massé J., Meynard J.M., Gérard C., Robert D., 1992. DECIBLE : a decision support system for wheat management. *In :* 4e congrès international d'informatique agricole, Versailles, 1-2 juin 1992, 4 p.

Berry M., 1986. Connaissance et action : de la balistique à la maïeutique. *In :* Colloque international HEC, Montréal, 9-13 juin 1986, 14 p.

Carles R., 1987. La diversité des conditions de la production céréalière en France. Bull. Tech. Inf., 420 : 259-279.

Cerf M., Sebillotte M., 1988. Le concept de modèle général et l'analyse de la prise de décision technique. C.R. Acad. Agric. Fr., 74, 4 : 71-80.

Duru M., Papy F., Soler L.G., 1988. Le concept de modèle général et l'analyse du fonctionnement de l'exploitation agricole. C.R. Acad. Agric. Fr, 74, 4 : 81-91.

Hubert B., Girard N., Lasseur L., Bellon S., 1993. Les systèmes d'élevage ovins préalpins : derrière les pratiques, des conceptions modélisables. *In : Pratiques d'élevage extensif,* E. Landais éd., Paris, France, INRA (Etudes et recherches sur les systèmes agraires et le développement n° 27).

Meynard J.M., 1985. *Construction d'itnéraires techniques pour la conduite du blé d'hiver.* Thèse de docteur-ingénieur, INA-PG, Paris, France, 258 p.

Meynard J.M., Papy F., 1993. Quels changements dans les systèmes de grande culture face à la nouvelle politique agricole commune ? *In : Réforme de la politique agricole commune et systèmes de production,* Paris, France, INRA Economie et sociologie rurales, p. 169-192 (Série Actes et communications n° 10).

Navarrete M., 1993. L'organisation du travail, déterminant de la conduite technique d'une culture de tomates sous serre. C.R. Acad. Agric. Fr., 79 : 107-117.

Papy F., 1993. Working knowledge concerning technical systems and decision support. *In :* First European Convention on Farming Systems Research/Extension, Edinburgh, 6-9 octobre 1993, 13 p.

Papy F., Attonaty J.M., Laporte C., Soler L.G., 1988. Work organization simulation as a basis for farm management advice. Agricultural Systems, 27 : 295-314.

Papy F., Mousset J., 1992. Vers une communication des savoirs théorique et pratique. *In :* 4e congrès international d'informatique agricole, Versailles, 1-2 juin 1992, p. 177-180.

Sebillotte M., 1974. Agronomie et agriculture. Essai d'analyse des tâches de l'agronome. Cah. ORSTOM, sér. Biol., 3, 2 : 3-25.

Sebillotte M., 1978. Itinéraire technique et évolution de la pensée agronomique. C.R. Acad. Agric. Fr, 64 : 906-914.

Sebillotte M., 1990. Les processus de décision des agriculteurs. Conséquences pour les démarches d'aide à la décision. *In : Modélisation systémique et systèmes agraires,* Brossier *et al.* éd. Paris, France, INRA, p. 103-117.

Sebillotte M., Servettaz L., 1989. Localisation et conduite de la betterave sucrière. L'analyse des décisions techniques. *In : Fertilité et systèmes de production,* M. Sebillotte éd., Paris, France INRA, p. 308-344.

Sebillotte M., Soler L.G., 1988. Le concept de modèle général et la compréhension du comportement de l'agriculteur. C.R. Acad. Agric. Fr., 74, 4 : 59-70.

Sebillotte M., Soler L.G., 1990. Les processus de décision des agriculteurs. Première partie : acquis et questions vives. *In : Modélisation systémique et systèmes agraires,* Brossier *et al.,* éd., Paris, France, INRA, p. 88-102.

Le troupeau : un système biotechnique complexe

Les enseignements d'une recherche pluridisciplinaire menée au Sénégal

Moulin Charles-Henri[1] ; Tillard Emmanuel[2]

[1] ENSA/INRA, 2 place Viala, 34060 Montpellier cedex 1, France

[2] Laboratoire national de l'élevage et des recherches vétérinaires, BP 2057, Dakar-Hann, Sénégal

Résumé

Le troupeau, groupe d'animaux conduits ensemble, est un système construit et piloté par l'éleveur. C'est un objet de recherche pertinent pour raisonner les modifications de pratiques d'élevage permettant une meilleure maîtrise des processus de production. L'étude du troupeau présente des difficultés méthodologiques. Les auteurs exposent les principes d'une démarche pluridisciplinaire, construite à partir d'une expérience de recherche sur les systèmes d'élevage de petits ruminants au Sénégal. Cette démarche s'appuie sur un recueil de données par des suivis individuels d'animaux identifiés dans des troupeaux traditionnels. Le traitement de l'information se fait par création de variables synthétiques caractérisant différents éléments cohérents du système "troupeau" et de son environnement, comme le système de production, le mode d'élevage, le profil de performances et le profil des affections respiratoires. La confrontation des variables synthétiques permet de mettre en évidence les relations entre les différents éléments du système. La diversité des troupeaux peut alors être caractérisée et interprétée grâce à une analyse comparative des types de troupeau. Les résultats d'une étude menée sur 121 troupeaux, de 1985 à 1992, en zone sahélienne, illustre l'intérêt de la démarche.

Mots clés

Système d'élevage, troupeau, méthode, traitement des données, productivité, facteur de risque, pneumopathie, ovin, Sénégal.

Abstract

The Flock as a Complex Biotechnical System. Lessons from Multidisciplinary Research Conducted in Senegal

The flock—a collective animal group—is a system, built and driven by the breeder. It provides a relevant starting point for identifying modifications of breeding practices that result in improved production processes. There are some methodological difficulties involved in the study of the flock. This paper presents the principles of a multidisciplinary approach developed as a result of experience gained of small ruminant breeding systems in Senegal. It is is based on data collected by monitoring identified animals belonging to traditionally managed herds. Data treatment involves a number of variables that characterize coherent components of the herd system and of its environment such as the production system, breeding practice, performance pattern, and incidences of respiratory diseases. Comparison of variables reveals relations between different components of the system. Herd diversity can then be characterized and interpreted by comparative analysis of herd types. The interest of the approach is illustrated by reference to the results of a study of 121 flocks of small ruminants in the Sahelian region (1985—1992).

Introduction

Le troupeau est un groupe d'animaux constituant une unité de gestion technique (Landais *et al.*, 1987). Il est construit par l'éleveur : c'est un objet piloté (Meuret, 1993). Il constitue un système biotechnique, avec un pôle biologique (l'animal et ses performances) et un pôle technique (l'éleveur et ses pratiques). Le troupeau est donc un objet d'étude pertinent pour raisonner des modifications des pratiques d'élevage afin de permettre une meilleure maîtrise par l'éleveur de la productivité de son troupeau.

En milieu tropical, les études à l'échelle du troupeau se heurtent à plusieurs difficultés. Le choix des unités d'observation n'est pas aisé en raison de la complexité de l'organisation sociale du peuplement animal (Lhoste, 1986). Le recueil de données individuelles, à partir de suivis dans des troupeaux traditionnels, s'est développé (Wilson, 1980 ; Poivey *et al.*, 1981 ; Bourzat, 1989 ; Faugère et Faugère, 1993). Des banques de données fiables ont ainsi été consti-

tuées, gérant des informations multiples sur de grands nombres d'animaux. Cette acquisition de méthodes de suivi individuel est une étape importante dans l'étude des systèmes d'élevage tropicaux. Cependant, le développement des outils d'une analyse zootechnique de ces informations n'a pas progressé en parallèle. Les travaux menés en milieu tropical ou dans les zones difficiles des milieux tempérés (Gibon, 1981 ; Dedieu, 1984) n'ont pas abouti à la formalisation de méthodes comme cela a été le cas pour l'analyse agronomique (Sebillotte, 1978). Enfin, les travaux sur l'élaboration de la productivité des troupeaux intègrent difficilement les connaissances issues des recherches analytiques centrées sur l'animal ou des lots homogènes d'animaux.

Pour tenter de faire avancer cette réflexion méthodologique, cette communication présente l'expérience d'une équipe de recherche, confrontée à la mise en œuvre d'une démarche d'étude du troupeau au Sénégal.

Les principes d'une démarche d'étude des troupeaux

Le cadre de l'étude

L'étude a été réalisée par l'équipe du programme Pathologie et productivité des petits ruminants (PPR). Ce programme est conduit conjointement depuis 1983 par l'Institut sénégalais des recherches agricoles (ISRA) et le département Elevage du Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD-EMVT). L'équipe mène des recherches sur les systèmes d'élevage de petits ruminants à partir de suivis de troupeaux réalisés avec la méthode "Panurge" (Faugère et Faugère, 1993), dans trois régions du Sénégal. Le dispositif repose sur un suivi démographique des troupeaux, avec contrôle individuel des performances animales. Simultanément, des protocoles complémentaires sont mis en œuvre, sur les pratiques d'élevage, les dominantes pathologiques, etc. Tous les protocoles ont un objet commun d'observation et d'analyse : l'ensemble des animaux qui composent un troupeau. L'ensemble des petits ruminants qui résident la nuit dans une concession est appelé "troupeau de concession" et constitue l'unité de travail pour le contrôle des performances. Ce troupeau est géré par un groupe de personnes qui représente une unité de résidence : la concession. Celle-ci est retenue comme unité d'observation pour l'étude des systèmes de production (Benoit-Cattin et Faye, 1982).

Les résultats présentés se rapportent à la Communauté rurale de Ndiagne (superficie : 215 km^2), située en zone sahélienne (hauteur moyenne des précipitations annuelles : 300 mm entre 1985 et 1991). La population (15 200 habitants répartis en 37 villages) est partagée entre deux ethnies : les Wolofs, agriculteurs, commerçants et éleveurs de moutons et de chevaux, qui représentent 85 % de la population, et les Peuls, agropasteurs sédentarisés, issus de la grande tradition pastorale peul, éleveurs de vaches, de chèvres et de brebis. L'étude concerne un échantillon de 121 troupeaux : 93 troupeaux ovins (pour un effectif de 1 470 têtes) dans 7 villages wolof et 28 troupeaux mixtes (370 ovins et 580 caprins) dans 5 villages peul.

La stratégie de traitement de l'information

La démarche consiste à travailler tout d'abord sur plusieurs éléments du "troupeau de concession", considéré comme un système, et de son environnement. Ces éléments présentent une cohérence interne forte qui justifie leur analyse préalable avant d'étudier leurs interactions. Pour la recherche menée à Ndiagne, quatre éléments sont retenus : le système de production, qui permet de situer l'élevage des petits ruminants parmi les autres activités de la famille ; le mode d'élevage, combinaison cohérente des pratiques du collectif familial ; le profil de performances de troupeau, qui rend compte de l'élaboration de la productivité au travers des performances individuelles ; le profil des affections respiratoires, qui caractérise l'atteinte du troupeau par les pneumopathies, dominante pathologique majeure (Desoutter, 1993) à étiologie multifactorielle.

Des variables synthétiques, de type qualitatif, sont construites à partir des données de base afin de décrire chaque troupeau pour ces quatre éléments. Ces variables résument l'information sous forme d'indicateurs ayant une signification propre (données sur les systèmes de production résumées par une typologie) et permettent d'étudier les interactions entre les éléments. Cette "réduction des données" est effectuée de façon indépendante par chaque spécialiste du domaine concerné à l'aide d'analyses multivariées. Le croisement des variables synthétiques met en évidence les relations entre les éléments. Par exemple, l'étude conjointe des profils de performances et des pratiques d'élevage permet d'identifier plusieurs "fonctionnements de troupeau" (Moulin, 1993 b). Une analyse comparative des types de fonctionnement est alors mise en œuvre pour comprendre comment les performances s'élaborent sous l'influence des pratiques.

La mise en œuvre de la démarche illustrée par des résultats

L'étude du système de production

Une typologie des systèmes de production est construite à partir d'une enquête rétrospective, conduite en fin de campagne agricole 1990-1991, et concernant les cultures, l'élevage de bovins et d'équidés, la consommation de céréales et les activités extra-agricoles. Les données socio-économiques issues du suivi de petits ruminants sont également utilisées. Des groupes de concessions présentant le même fonctionnement sont constitués par comparaison de fiches synthétisant les informations sur chaque concession. Ce dépouillement est réalisé avec les techniciens réalisant le suivi. Leur connaissance fine des familles leur confère un rôle d'expert (Perrot, 1991) et leur permet de juger de la pertinence des types distingués et du classement des familles dans chacun d'eux.

Pour les concessions wolof, six types de systèmes de production sont distingués, correspondant à trois facteurs de différenciation : l'équilibre entre le produit des activités agricoles et les achats de céréales, indicateur de la capacité de reproduction des familles, l'origine des revenus extra-agricoles et l'organisation du réseau de centres de décision au sein de la concession (Moulin, 1993 a).

L'étude du mode d'élevage

Une pratique est considérée comme un ensemble d'opérations destiné à remplir une fonction globale par rapport aux phénomènes mis en jeu au cours de la production (Teissier, 1979). Quatre catégories de pratiques sont distinguées (d'après Landais *et al.,* 1987) : les pratiques d'agrégation, responsables de la formation des troupeaux de concession ; les pratiques de conduite ; les pratiques d'exploitation et d'acquisition des animaux ; les pratiques de valorisation, par lesquelles l'éleveur utilise (vente, autoconsommation...) les animaux qu'il a prélevés dans son troupeau.

Toutes ces pratiques, sauf la conduite, sont décrites grâce au suivi démographique. Elles présentent une grande diversité locale (entre quatre et cinq modalités chacune), traduisant des équilibres différents entre les fonctions du cheptel (emplois sociaux, trésorerie, production spéculative...).

Pour la conduite, un protocole particulier est mis en œuvre. La chaîne des opérations de conduite est découpée en conduite sur parcours, complémentation, abreuvement, logement nocturne, etc. Pour décrire la diversité des pratiques, différentes caractéristiques sont recueillies par enquête rétrospective auprès du groupe familial, depuis 1989, selon une périodicité semestrielle, en fin de saison sèche et en fin de saison des cultures.

Dans les familles wolof, deux pratiques de conduite varient : la complémentation, avec deux modalités, et le logement des animaux pour la nuit, avec quatre modalités (Moulin, 1993 a). En revanche, d'autres pratiques (conduite sur parcours, traite, sevrage...) ne présentent qu'une modalité pour le système d'élevage wolof (compte tenu des moyens logistiques disponibles pour réaliser des observations dans les troupeaux).

L'étude du profil de performances de troupeau

Cette variable synthétique est construite par étapes. Chaque animal est tout d'abord caractérisé par la succession de ses différentes performances individuelles. Un profil individuel de croissance décrit la carrière d'un animal depuis sa naissance jusqu'à sa sortie du troupeau (pour les animaux morts ou exploités) ou son entrée en reproduction (pour les femelles uniquement). Un profil individuel de reproduction décrit la séquence des mises-bas successives d'une femelle multipare. Une typologie de ces profils individuels est réalisée afin de calculer la distribution des animaux d'un troupeau selon les types de profils individuels. Ce calcul des distributions permet de passer de l'animal au troupeau. Les distributions sont elles-mêmes typées pour construire des groupes de troupeaux présentant le même profil de performances.

Pour les ovins élevés chez les Wolofs (tableau I), l'analyse identifie quatre types de distribution pour les profils individuels de croissance, notés 1 à 4, alors qu'une seule distribution est reconnue pour la reproduction. Quatre types de profils de troupeau (PT 1 à PT 4) sont donc retenus. Par exemple, les troupeaux du type PT 1 sont caractérisés par la fréquence très élevée des animaux exploités après une croissance forte (49 %).

Des indicateurs zootechniques et une productivité globale sont calculés pour chaque profil (tableau II). La comparaison des tableaux I et II permet une interprétation des résultats. Les troupeaux du type PT 2 présentent un poids moyen à 5 mois de 17,7 kg contre 20 kg pour le type PT 1 : ceci s'explique par la fréquence importante d'animaux ayant une croissance avec crise. Les chutes de croissance au sevrage en pleine saison sèche, caractéristiques de ce profil individuel, sont donc un frein à une productivité plus élevée dans les troupeaux du type PT 2.

Tableau I. Distribution des animaux entre les profils individuels de croissance et de reproduction dans les 4 types de profils de troupeau.

Profils de performances de troupeau	PT 1	PT 2	PT 3	PT 4
Profils individuels de croissance				
Type de distribution	1	2	3	4
Animaux morts entre 0 et 12 mois (%)				
1. morts entre 0 et 5 mois	9	9	10	18
2. morts entre 5 et 12 mois	3	2	9	10
Animaux exploités entre 5 et 24 mois (%)				
3. croissance faible	11	20	19	24
4. croissance avec crise	9	18	18	4
5. croissance forte	49	32	17	15
Femelles entrées en reproduction (%)				
6. précoces	10	10	13	10
7. tardives	8	7	15	18
Total	100	100	100	100
Profils individuels de reproduction				
Type de distribution	1	1	1	1
Femelles multipares (%)				
1. rythme accéléré	29	29	29	29
2. rythme régulier	64	64	64	64
3. rythme ralenti	7	7	7	7
Total	100	100	100	100

Tableau II. Caractérisation des profils de performances de troupeau par des indicateurs zootechniques.

Profils de performances de troupeau	PT 1	PT 2	PT 3	PT 4
Nombre de portées/reproductrice/an	1,05 a	0,98 a	0,90 c	0,92 b
Nombre de produits/portée	1,11 a	1,05 b	1,03 b	1,02 c
Quotient de mortalité entre 0 et 5 mois	0,06 a	0,07 a	0,07 a	0,14 b
Poids à âge-type 5 mois (kg)	20,0 a	17,7 b	16,7 c	15,7 d
Productivité pondérale à 5 mois (kg d'agneau de 5 mois/reproductrice/an)	21,8	16,9	14,4	12,7

a, b, c, d : différence significative au seuil de 1 %

L'étude du profil des affections respiratoires

L'importance des affections respiratoires est évaluée à partir d'indicateurs, calculés pour l'exercice annuel 1991-1992 (Tillard, 1993) : prévalences et gravités des pneumopathies selon le sexe, l'âge et la saison, taux annuels de mortalité globale et de mortalité par pneumopathie. La prévalence moyenne des signes cliniques de la sphère respiratoire, pour un troupeau et une période donnés, est le rapport entre le nombre d'observations avec signes et le nombre total d'observations réalisées au cours d'un suivi clinique bimensuel de tous les animaux (Faugère *et al.,* 1991). L'indice de gravité (Lancelot *et al.,* 1992) est calculé à partir d'un indice individuel, noté de 0 (animal sain) à 5 (animal mort). Pour une période donnée, le degré maximal de gravité, observé sur chaque animal au cours d'un suivi sani-

Tableau III. Caractérisation des groupes d'élevage ovin selon l'atteinte par les pneumopathies.

Groupe	Saison des cultures				Saison sèche						Exercice	
	Mâles		Femelles		Jeunes		Mâles		Femelles			
	PR	IG	PR	IG	PR	IG	PR	IG	PR	IG	TMT	TMP
1	15	0,5	37	1,0	9	0,5	15	0,6	49	1,1	13	2,4
2	49	0,9	69	1,2	25	0,8	41	0,8	67	1,1	13	0,8
3	45	0,9	68	1,2	14	0,6	28	0,7	73	1,2	14	1,7
4	26	0,6	58	1,3	20	0,9	41	1,2	67	1,3	13	4,2
5	23	0,9	48	1,4	24	1,2	24	0,9	52	1,3	19	7,8

PR : prévalence des signes respiratoires — *TMT : taux de mortalité totale*
IG : indice de gravité des atteintes respiratoires — *TMP : taux de mortalité par pneumopathies*

taire bi-hebdomadaire, est retenu afin de calculer une moyenne par troupeau.

Cinq groupes de troupeaux sont distingués (tableau III). Par exemple, le groupe 5 présente des prévalences moyennes associées à de fortes gravités, quelle que soit la saison, et à une mortalité par pneumopathie importante.

La confrontation des variables synthétiques

Des analyses croisées montrent que 80 % des troupeaux présentant une forte atteinte par les pneumopathies (groupes 4 et 5) ont un profil de performances PT 4 ou PT 3. Les affections respiratoires sont associées à une mortalité importante mais aussi à une faible productivité pondérale.

La figure 1 présente la dispersion des troupeaux ovins des Wolofs en fonction de leur productivité pondérale à 5 mois (PP5, de 10 à 30 kg) et de leur taille, de 7 à 80 têtes. Tous les petits troupeaux sont logés à l'intérieur de la concession. La variabilité de leur productivité est liée aux différentes modalités de la complémentation. Pour les petits troupeaux complémentant les animaux 9 à 12 mois de l'année, la variabilité de la productivité est peut-être liée aux quantités distribuées, non estimées par enquête : un protocole de suivi de la complémentation, avec pesée des rations distribuées, a été entrepris sur un échantillon de troupeaux pour vérifier

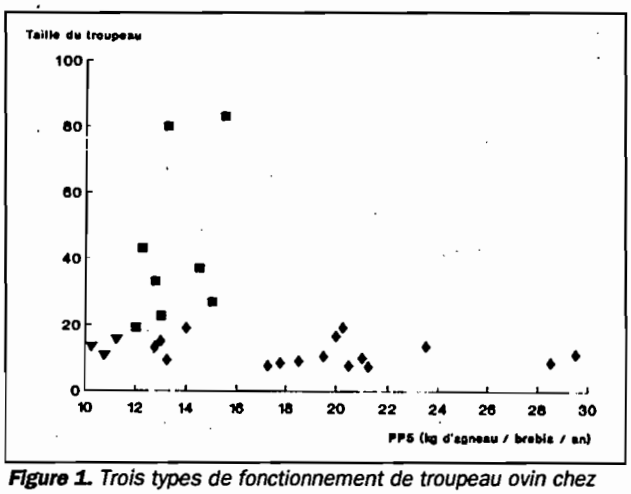


Figure 1. *Trois types de fonctionnement de troupeau ovin chez les Wolofs.*

- ■ Grand troupeau (plus de 20 têtes), logement extérieur concession, complémentation 9 à 12 mois de l'année
- ◆ Petit troupeau (moins de 20 têtes), logement intérieur concession, complémentation 9 à 12 mois de l'année
- ▼ Petit troupeau (moins de 20 têtes), logement intérieur concession, complémentation en saison sèche

cette hypothèse. Les grands troupeaux (plus de 20 têtes) ont une productivité faible (moins de 16 kg). Les ovins sont logés hors de la concession et complémentés 9 à 12 mois de l'année, parfois uniquement en saison sèche. L'atteinte par les pneumopathies est importante. Le logement hors de la concession constitue donc, à Ndiagne, un facteur de risque des pneumopathies et d'une faible productivité.

Des groupes-cibles pour le développement peuvent être définis, ainsi que des actions techniques ou socio-économiques à promouvoir selon les groupes. Par exemple, les "grands troupeaux ovins wolof" constituent une cible bien caractérisée. Le troupeau est de grande taille (25 à 80 têtes), avec une conduite associée à des résultats techniques plutôt faibles. La concession dont dépend le troupeau est plutôt aisée (système de production "petit ou moyen paysan wolof autonome" ou "gros producteur d'arachide wolof") et le chef de concession est largement impliqué dans l'élevage ovin, qui correspond à un atelier "naisseur-engraisseur". Cet atelier répond aux besoins en animaux pour des emplois à caractère social (abattages lors de cérémonies, dons...) et produit des animaux à commercialiser (notamment des béliers embouchés et valorisés au moment de la fête musulmane de la Tabaski). Etant donné leur capacité d'accumulation et leur intérêt pour la production ovine, ces concessions pourraient être intéressées par des propositions techniques (logement, protection sanitaire, alimentation, maîtrise de la reproduction...) leur permettant d'améliorer la productivité de leurs brebis. En revanche, ces propositions sont inadaptées pour d'autres concessions (avec petit troupeau géré essentiellement par les femmes), pour lesquelles il faut envisager des actions socio-économiques sur les filières d'approvisionnement en intrants et sur les pratiques de commercialisation.

Les intérêts et les limites de la démarche

L'originalité de la démarche réside dans l'analyse de la diversité des animaux pour caractériser le troupeau, plutôt que de travailler sur des performances moyennes de troupeau correspondant à un "animal moyen" qui n'existe pas. Cela permet d'utiliser les connaissances du zootechnicien qui se rapportent essentiellement à l'animal (interprétation des profils individuels) pour comprendre le fonctionnement du troupeau, objet piloté par l'éleveur.

Sur un plan méthodologique, le choix de la concession (unité de résidence) comme unité d'analyse présente des li-

mites en ce qui concerne certains aspects zootechniques ou économiques (les pratiques de conduite et d'exploitation peuvent être différentes entre les propriétaires d'un même troupeau). Cependant, elle présente l'intérêt d'être opérationnelle pour le contrôle de performances et de permettre l'étude du système de production dans lequel s'insère le troupeau. La démarche conduit à une perte d'information au cours de la réduction des données à l'aide de méthodes typologiques. Il faut s'assurer de la pertinence du choix des informations conservées lors de la création des variables synthétiques, notamment en interprétant les types identifiés à chaque étape afin de leur donner du sens et de vérifier la cohérence de la typologie. Des retours sur l'ensemble des données élémentaires doivent, si possible, être réalisés (Moulin, 1993 a). L'avantage de cette procédure est de produire des variables synthétiques qui permettent à différents chercheurs (épidémiologiste, zootechnicien, socio-économiste...) de mémoriser et d'échanger des informations sur leur objet commun d'étude afin de faire le lien entre leurs éléments d'investigation. Ceci conduit à un véritable travail pluridisciplinaire en équipe.

La démarche produit différentes catégories de résultats qui témoignent de son intérêt. L'étude menée à Ndiagne montre qu'il existe localement une diversité des façons de produire, qui dépasse les contrastes opposant les systèmes d'élevage des Wolofs et des Peuls. Pour le système wolof, en dépit de l'apparente uniformité de la conduite, les performances ovines s'élaborent de différentes manières sous l'influence des modes d'élevage. La productivité globale (exprimée en kg d'agneau de 5 mois/brebis/an) présente une large gamme de variation : de 10 à 30 kg selon les troupeaux. Des marges importantes de manœuvre sur le plan technique sont donc disponibles pour améliorer la productivité du cheptel de cette zone. L'étude fournit également des hypothèses de travail pour lever certaines contraintes (comme l'identification de facteurs de risque des pneumopathies) à partir desquelles des expérimentations en milieu paysan pourraient être conduites (modification du logement nocturne dans certains troupeaux pour réduire les affections respiratoires). Enfin, cette recherche fournit des outils pour l'action dans une perspective de développement, avec une typologie des groupes-cibles, repérables à l'aide de quelques indicateurs, et des types d'interventions à promouvoir selon les cibles.

Références bibliographiques

Benoit-Cattin M., Faye J., 1982. *L'exploitation agricole familiale en Afrique soudano-sahélienne.* Paris, France, PUF, 94 p.

Bourzat D., 1989. *Les petits ruminants dans les systèmes de production des zones aride et semi-aride de Somalie et du Burkina Faso.* Thèse doctorat, université Paris XII, France, 306 p.

Dedieu B., 1984. *L'élevage ovin sur parcours méditerranéens. Adaptations et mutations des systèmes de production en Cévennes gardoises.* Thèse docteur-ingénieur, INA Paris-Grignon, France, 311 p.

Desoutter D., 1993. *Les pneumopathies des petits ruminants au Sénégal. Etude séro-épidémiologique et variations géographiques.* Thèse doctorat, université Paris XII, France, 214 p.

Faugère O., Faugère B., 1993. *Panurge. Système d'investigation pour l'étude pluridisciplinaire des systèmes d'élevage. Suivi de terrain et utilisation du progiciel de gestion de l'information.* Maisons-Alfort, France, CIRAD-EMVT, 268 p.

Faugère O., Merlin P., Faugère B., 1991. L'apport du suivi individuel pour l'épidémiologie en Afrique. Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz., 10 (1) : 103-130.

Gibon A., 1981. *Pratiques d'éleveurs et résultats d'élevage dans les Pyrénées centrales.* Thèse docteur-ingénieur, INA Paris-Grignon, France, 106 p.

Lancelot R., Imadine M., Mopate Y., Idriss A., 1992. L'enquête écopathologique sur les pneumopathies des petits ruminants au Tchad : un outil de recherche au service du développement. *In :* Actes de la 7e conférence internationale des institutions de médecine vétérinaire tropicale (Yamoussoukro), Maisons-Alfort, France, CIRAD-EMVT, p. 465-473.

Landais E., Lhoste P., Milleville P., 1987. Points de vue sur la zootechnie et les systèmes d'élevage tropicaux. Cah. ORSTOM, sér. Sci. Hum., 23 : 421-437.

Lhoste P., 1986. *L'association agriculture-élevage : évolution du système agropastoral au Sine-Saloum, Sénégal.* Thèse-docteur ingénieur, INA Paris-Grignon, France, 106 p.

Meuret M., 1993. Piloter l'ingestion au pâturage. INRA études et recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement, 27 : 161-198.

Moulin C.H., 1993 a. *Performances animales et pratiques d'élevage en Afrique sahélienne. La diversité du fonctionnement des troupeaux de petits ruminants dans la Communauté Rurale de Ndiagne (Sénégal).* Thèse Doctorat, INA Paris-Grignon, France, 259 p.

Moulin C.H., 1993 b. Le concept de fonctionnement de troupeau. Diversité des pratiques et variabilité des performances animales dans un système agropastoral sahélien. INRA études et recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement, 27 : 73-93.

Perrot C., 1991. *Un système d'information construit à dire d'experts pour le conseil technico-économique aux éleveurs de bovins.* Thèse doctorat, INA Paris-Grignon, France, 199 p.

Poivey J.P., Seitz J.L., Landais E., 1981. Finalités et aspects méthodologiques d'un système informatisé de suivi individuel des animaux dans les élevages bovins villageois du Nord de la Côte-d'Ivoire. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 34 : 199-210.

Sébillotte M., 1978. Itinéraires techniques et évolution de la pensée agronomique. *C.R. Acad. Agric. Fr.*, 11 : 906-913.

Teissier J.H., 1979. Relations entre pratiques et techniques. Conséquences pour la formation et la recherche. Bulletin INRAP, 38 : 19 p.

Tillard E., 1993. Caractérisation de l'atteinte par la pathologie respiratoire des troupeaux de petits ruminants de la zone sahélienne au Sénégal. *In :* Actes du 1er colloque international d'écopathologie et de gestion de la santé animale, Clermont-Ferrand, France, INRA (à paraître).

Wilson R.T., 1980. Population and production parameters of sheep under traditional management in semi-arid areas of Africa. Trop. Anim. Hlth Prod., 12 : 243-250.

Conception et réalisation de suivis d'exploitations d'élevage extensif en zone herbagère

L'exemple du réseau d'étude en Montmorillonnais

Dedieu Benoît[1] ; Chabosseau Jean-Marc[2]

[1] INRA, départements SAD et ENH, laboratoire Adaptation des herbivores aux milieux, 63122 Ceyrat, France

[2] INRA, station d'amélioration des plantes fourragères, 86600 Lusignan, France

Résumé

A partir de l'exemple de la mise en place d'un réseau d'étude du fonctionnement d'exploitations ovines et bovines extensives en Montmorillonnais, nous présentons les méthodes de recueil des informations dans les fermes lors des suivis d'exploitations. Les objectifs sont d'identifier les conceptions qu'ont les éleveurs de leur activité d'élevage et d'analyser les performances techniques et économiques et les charges de travail en s'adaptant à la diversité des situations. La caractérisation des pratiques d'élevage et de gestion des surfaces est l'enjeu central des investigations. Elle s'appuie sur la définition d'unités de pilotage pertinentes pour l'éleveur (les lots d'animaux, les parcelles), qui facilitent le dialogue et le recueil d'informations, et permettent de proposer des représentations des modalités de gestion de l'ensemble cheptel-surfaces opératoires pour les analyses. Le cas des grandes exploitations extensives est présenté à titre d'illustration.

Mots clés

Recueil d'informations, modalités, efficacité, raisons des pratiques, systèmes d'élevage ovin et bovin viande, extensif.

Abstract

Monitoring of Extensive Livestock Farms in Pasture Land: Case Study in Montmorillonnais, France

Methods for collecting farm data must be adapted to the research and/or extension context and to associated goals. In this paper, we present a system designed for the study of extensive livestock farms in Montmorillonnais (central France). The system aims to (a) identify the 'farmer management model', and (b) analyze the efficiency of farmer practices and their effects on labor constraints. To achieve these goals, herd and grassland management practices must be recorded precisely. Recordings are based on the farmer's usual management targets (groups of animals, fields) to facilitate discussion, data collection, and accurate representation of combined practices. The tools used for recording and representation, and their application to the largest farms in the area are described.

Introduction

Les études concernant le fonctionnement et les résultats des exploitations d'élevage extensif de zone herbagère (élevages dont le chargement à l'hectare de surface fourragère est sensiblement plus faible que la moyenne régionale) sont très récentes en France (Landais et Gilibert, 1991 ; CRA Bourgogne, 1992 ; Josien *et al.*, 1994). Qu'elles soient menées dans le cadre des réseaux de références du développement agricole ou par la recherche, ces études s'appuient principalement sur des "suivis d'exploitations", mode d'investigation visant notamment à collecter des informations sur la conduite des animaux et des surfaces, ainsi que sur les performances techniques et économiques.

Rejoignant Landais et Balent (1993) et les travaux qu'ils ont coordonnés en région méditerranéenne, nous faisons l'hypothèse que les situations "extensives" de zone herbagère sont souvent associées à des conceptions originales de l'élevage, c'est-à-dire à des projets de production et des règles de gestion qui diffèrent de ceux qui prévalent dans les systèmes intensifs mieux connus. Ces éleveurs ont en effet choisi, pour des raisons très diverses, une autre voie de développement de leur exploitation que celle qui prédominait dans ces régions (l'intensification fourragère). Les pratiques d'élevage et de gestion des surfaces apparaissent alors dans ces cas comme un objet central d'étude (Landais et Deffontaines, 1989), avec les trois volets proposés par ces auteurs : caractérisation de ces pratiques, analyse de leur efficacité (effets sur les performances techniques et économiques), étude des raisons de leur mise en œuvre et des

conceptions de l'élevage sous-jacentes. Les investigations dans les exploitations, les suivis d'exploitations ont pour objet de constituer une base d'informations permettant de traiter ces trois volets.

Nous nous intéresserons ici à la constitution de cette base, autrement dit à la méthodologie de recueil des informations dans le cadre de suivis d'exploitations. Dans la bibliographie présentant des études similaires (Lebrun, 1979 ; Gibon, 1981 — pour ne citer que les textes fondateurs), il est difficile de confronter les méthodologies de collecte de l'information auprès des agriculteurs : les supports de l'entretien restent évasifs, à l'exception de travaux explorant des thèmes spécifiques (système d'alimentation, par exemple). Les points détaillés concernent des protocoles particuliers (contrôles zootechniques...) ou les procédures de calcul des résultats techniques et économiques. La manière de collecter l'information sur l'ensemble des pratiques semble ainsi relever encore largement de l'expertise. Notre contribution à ce débat s'appuie sur les réflexions ayant accompagné la conception d'un réseau de suivi d'exploitations d'élevage extensif allaitant en Montmorillonnais (centre-ouest de la France).

Mise en place d'un réseau "extensif allaitant" en Montmorillonnais

Dans le cadre d'une opération associant plusieurs institutions (recherche, formation, développement) et s'intéressant à l'élaboration, en Montmorillonnais, de systèmes de production de viande adaptés aux nouvelles conditions des marchés agricoles, un groupe associant chercheurs et agents du développement agricole prend en charge, en 1991-92, la thématique "élevage ovin et bovin viande extensif". L'objectif général de ce groupe est de produire des connaissances sur le fonctionnement de ce type d'exploitations réputées économes et valorisatrices d'espace. A terme, il s'agit de mettre en évidence les indicateurs pertinents pour le diagnostic dans de telles situations, les bases sur lesquelles peut s'appuyer l'organisation d'un conseil, les modalités d'accompagnement des processus d'extensification. La première étape du travail du groupe est la mise en place d'un réseau d'exploitations "extensives" ovin et/ou bovin viande, ces systèmes étant peu connus des structures du développement.

Compte tenu des références locales disponibles, et à défaut d'un indicateur plus pertinent, un seuil maximal de chargement d'une unité gros bétail (UGB) par hectare de surface fourragère principale (SFP) est retenu comme critère de sélection. Le repérage des exploitations se fait par ouï-dire et par étude de dossiers administratifs (agrandissement-extensification). Après contact avec les agriculteurs susceptibles d'accepter une collaboration, présentation des objectifs des suivis, appréciation des motivations de chacun et du caractère stable et pérenne du faible niveau de chargement, douze exploitations sont retenues.

Les caractéristiques des exploitations sont présentées au tableau I. Quatre grands éléments de diversité sont identifiables : la dimension de l'exploitation, vue à travers les ratios UGB et ha de SAU par unité de main-d'œuvre ; l'hétérogénéité des surfaces résultant de la dispersion du parcellaire et de la variabilité des potentialités des sols ; la présence et la nature d'autres activités rémunératrices que l'élevage ; l'âge des exploitants, l'ancienneté de l'installation et les conditions de reprise.

Face à cette diversité, nous formulons une hypothèse de départ : les trajectoires d'évolution des exploitations

Tableau I. Quelques caractéristiques des exploitations du réseau extensif en Montmorillonnais.

Exploitations	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Age de l'exploitant 1992	28	40	45	32	45	30	35	24	40	45	50	45
Année d'installation	1990	1988	1972	1991	1978	1987	1984	1992	1986	1984	1969	1974
SAU (ha) 1992	190	109	175	104	141	142	71,5	169	151	223	160	98
Parcellaire : dispersion homogénéité	gr ho	gr ho	gr ho	disp hét	gr hét	gr ho	gr ho	disp ho	disp hét	gr ho	gr ho	gr ho
Cultures céréales (ha) 1992	9	12	0	9,5	20,5	56	6,2	31,6	35,2	20,6	27,5	6
SFP (ha) 1992	181	97	175	94,5	120,5	86	55,3	137,4	115,8	202,4	132,5	92
Cheptel (nombre de femelles adultes) 1992	726 brebis	400 brebis	657 brebis	500 brebis	541 brebis 10 vaches	390 brebis 15 vaches	276 brebis	477 brebis	385 brebis	110 vaches	106 vaches	33 vaches 225 brebis
Productions	Agneaux d'herbe	Agneaux : 1/3 de bergerie ; 2/3 herbe	Agneaux d'herbe	Agneaux : 1/3 de bergerie ; 2/3 herbe	Agneaux : 1/3 de bergerie ; 2/3 herbe ; broutards d'automne	Agneaux : 40 % de bergerie ; 60 % d'herbe ; broutards	Agneaux bergerie ; 3/4 herbe	Agneaux : 1/4 de bergerie ; 1/2 herbe	Agneaux : 1/2 de bergerie ;	Broutards	Broutards	Broutards : agneaux : 20 % bergerie ; 80 % herbe
Main-d 'œuvre (UMO)	2	1	1	1	1.2	2	2	2	2.5	1	1	1
Autres activités de l'exploitant (oui, non)	N	N	O	N	N	N	N	N	N	O	O	N
Chargement (UGB/ha SFP)	0,71	0,77	0,69	0,98	0,92	0,9	0,75	0,63	0,63	0,75	0,9	0,8

ho : sols homogènes ; hét : sols hétérogènes ; gr : parcellaire groupé ; disp : parcellaire dispersé

(Capillon et Manichon, 1979), les contraintes de main-d'œuvre (grandes exploitations, diversification d'activité) et la structure du parcellaire pèsent de façon importante sur les objectifs techniques et économiques assignés à l'élevage et sur les choix de conduite des troupeaux et des surfaces. La diversité des situations n'est ainsi pas considérée comme une donnée complémentaire pour l'interprétation des résultats finaux (revenu constitué de plusieurs activités versus revenu d'exploitations spécialisées, par exemple) mais comme un élément structurant un projet assigné à l'activité d'élevage, et des décisions de conduite.

Objectifs du recueil des informations dans les fermes

La collecte des informations sur les pratiques d'élevage et de gestion des surfaces fourragères doit permettre la représentation de "l'itinéraire de gestion" de l'ensemble cheptel-surfaces (la combinaison de l'ensemble des pratiques dans le temps). A la mise en œuvre d'une pratique est associé un processus de décision, lequel s'appuie sur différentes informations. La phase d'analyse de la succession et de la combinaison des décisions dans le temps vise à proposer des hypothèses quant aux règles d'action des éleveurs et à leur conception de l'activité d'élevage (Hubert *et al.*, 1993). Cette représentation de "l'itinéraire de gestion" est également à la base de l'identification "des profils de conduite" du cheptel et des surfaces ou "modes d'élevage" (Moulin, 1993). Ces profils, résultant de synthèses de l'information contenue dans l'itinéraire de gestion ou d'approches plus ciblées (conditions de la mise en reproduction, par exemple), sont définis en vue d'analyser les relations pratiques-performances techniques, économiques et charges de travail.

La méthodologie de recueil de l'information doit permettre de pouvoir disposer d'informations de qualité et d'une exhaustivité comparables entre toutes les exploitations, répondant aux objectifs de l'opération, tout en s'adaptant au public-cible : les exploitants. Les agriculteurs retenus dans le réseau extensif sont diversement enclins à noter des informations sur leurs pratiques ou changements de pratiques, pour des raisons culturelles mais aussi, dans les grandes exploitations, pour des raisons de temps. La tenue d'un carnet d'agnelage est loin d'être systématique et certains éleveurs refusent de s'y astreindre. Il en est de même pour les plannings de pâturage. On conçoit que, face à une telle hétérogénéité de comportement, une réflexion sur la manière de collecter les informations sur les pratiques, les performances et le travail s'impose. Compte tenu de la nécessité, dans la plupart des cas, de solliciter la mémoire des agriculteurs, un rythme de passage élevé (tous les deux mois) a été proposé.

Enfin, l'identification des conceptions d'un éleveur implique de considérer celui-ci à la fois comme objet de recherche mais aussi comme acteur de la recherche (Landais et Balent, 1993). Ses remarques, son discours face à des représentations et des analyses d'observateurs extérieurs sont des éléments qui participent à leur construction et leur validation (Landais et Lasseur, 1993). Le déroulement du suivi doit donc ménager du temps pour cette discussion. Au-delà des débats informels (lors de visites au champ, par exemple), nous organisons deux restitutions annuelles (présentation de notre représentation du fonctionnement et de notre perception des déterminants de la conduite pour l'année écoulée ; présentation des résultats technico-économiques). Ces restitutions s'appuient sur des comparaisons avec d'autres fermes.

Axes d'investigation et modalités du recueil des informations

Nous ne présenterons dans cette partie que quatre des axes d'investigation des suivis. Le recueil des données économiques se fait en collaboration avec le laboratoire INRA d'Economie de l'élevage et les informations concernant l'histoire de l'exploitation, les structures, le matériel et les bâtiments ne sont pas développées ici.

Pratiques d'élevage et pâturage : entrée par l'allotement

Dans les exploitations d'élevage herbager, le cheptel tout entier, l'individu-animal ne sont pas les cibles privilégiées des interventions des éleveurs : ce sont les lots d'animaux qu'ils constituent et modifient dans leur composition au cours du temps. La caractérisation de l'allotement, c'est-à-dire l'organisation de la subdivision du cheptel en sous-unités de conduite, les lots (Ingrand *et al.*, 1993), constitue la trame originale permettant d'interroger l'éleveur sur les dates d'apparition, la nature des autres pratiques d'élevage (reproduction, alimentation, pâturage, prophylaxie, renouvellement, réformes, achats d'animaux et mise en marché des produits ; Landais, 1987) et les causes de leur mise en œuvre.

Concrètement, le schéma d'allotement est l'outil de collecte de ces informations. En début d'entretien sur les pratiques d'élevage, l'enquêteur dispose du schéma complété lors du dernier passage et interroge l'éleveur sur les modifications éventuelles des lots et leurs raisons d'être. Cette première étape réalisée et représentée, les autres pratiques mises en œuvre sont renseignées et projetées sur ce nouveau schéma, avec mention sur feuille séparée des raisons de leur apparition ou de leur modification. Le mode de représentation synthétique de la combinaison des pratiques d'élevage dans le temps est le même que pour la collecte (figure 1).

Ainsi le pâturage est renseigné par la succession des parcelles utilisées par chaque lot d'animaux, et non, comme dans les plannings de pâturage classiques (Lebrun, 1979), par la succession des lots sur chaque parcelle. Les agriculteurs s'adaptent facilement à ce mode de collecte d'information, qui leur semble plus en cohérence avec leur propre manière d'envisager la conduite des animaux d'une manière générale et au pâturage en particulier.

Pratiques de gestion, d'entretien et de renouvellement des surfaces

A l'instar des lots d'animaux, nous considérons que l'unité élémentaire de gestion du territoire pertinente pour l'agriculteur dans notre contexte est la parcelle. Celle-ci est caractérisée par sa taille, ses aménagements (accès, point d'eau), sa localisation dans l'espace (distance vis-à-vis des bâtiments,

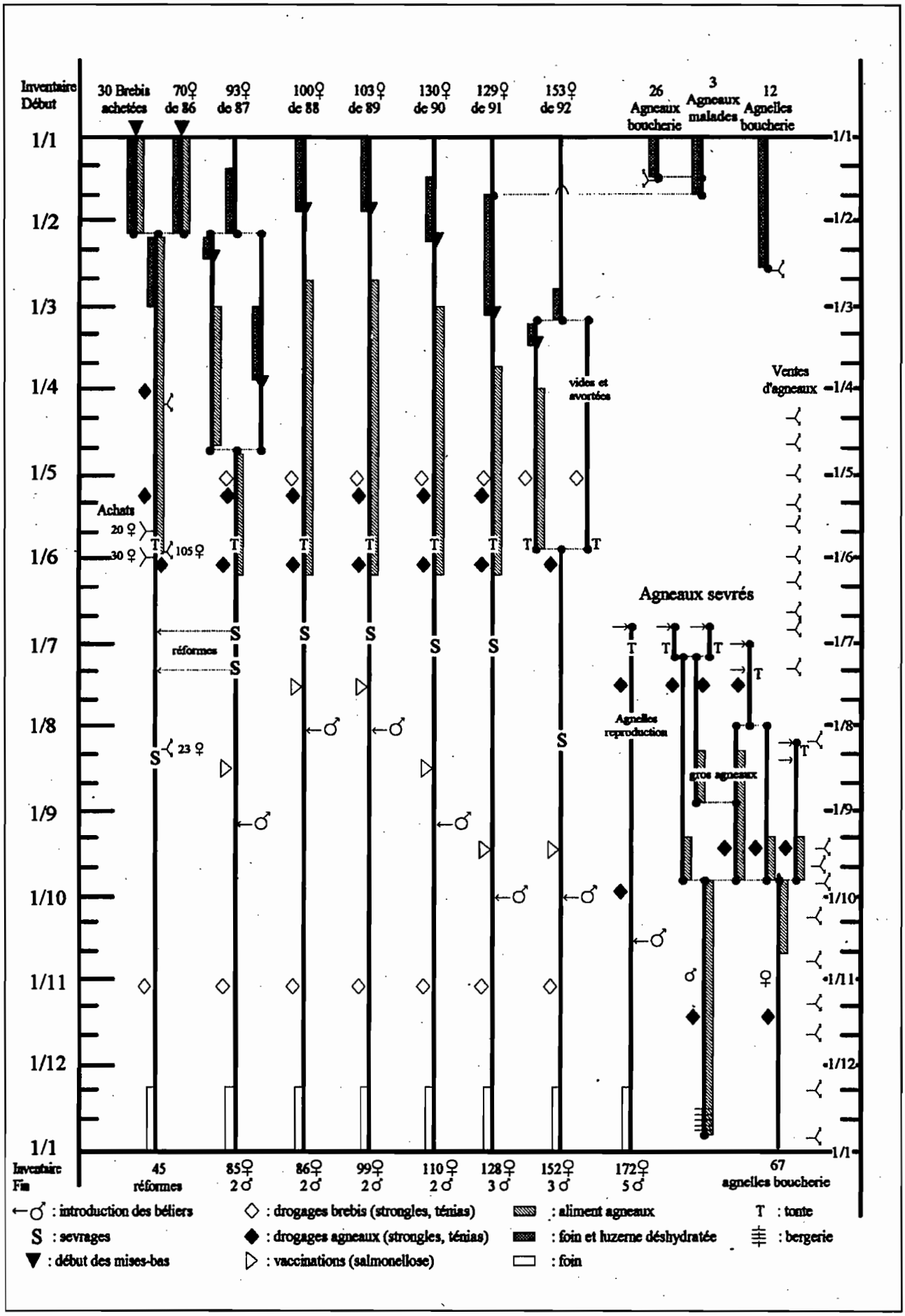


Figure 1. Représentation de la combinaison des pratiques d'élevage (exploitation 3, 1993).

appartenance à un îlot), la nature du sol et les contraintes d'utilisation (pente, cailloux), la nature de la ressource (type d'espèces végétales, période et année d'implantation pour les prairies temporaires). La perception qu'a l'agriculteur de ces caractéristiques va déterminer la ou les fonctions possibles de ces parcelles (Guérin et Bellon, 1990). Chacune d'entre elles est vue comme un élément d'une suite d'utilisations dans le temps et dans l'espace, dont il convient de rechercher la cohérence (Duru *et al.*, 1991).

La constitution d'un plan parcellaire est un travail préalable à la collecte des informations. Ce plan constitue en effet le support unique lors de l'entretien avec l'éleveur, avec mention du nom d'usage, du numéro et de la surface de chaque parcelle. Une première caractérisation des parcelles, relativement à l'idée que s'en fait l'agriculteur, est réalisée en début de suivi. Puis, à chaque passage, sont collectées et notées sur le plan les différentes interventions sur les parcelles et leurs dates de réalisation : fertilisation minérale et organique (nature, quantité), labours, semis et traitements phytosanitaires, récoltes (mode, quantités), fauche de refus, gyrobroyage.

La représentation de l'organisation du système fourrager à l'échelle de la campagne s'appuie sur trois formalisations différentes des données. Première formalisation, la représentation de la succession des parcelles utilisées par les lots sur le schéma d'allotement. Une représentation simplifiée, issue d'une première série de dépouillements a été proposée : elle s'appuie sur la mise en évidence des quelques règles principales d'affectation des surfaces au pâturage. Quatre dominantes ont été déterminées : nature des prairies et, pour les praires temporaires, période et année d'implantation, taille des parcelles, localisation du lot dans l'espace au cours de la saison, rythme de rotation par période (figure 2). Deuxième formalisation, la création d'un fichier parcellaire, avec mention des interventions (récolte, pâture, fertilisation, mise en culture et entretien), ce fichier étant constitué pour la durée de l'étude. Enfin, la projection de ces interventions et des circuits de pâturage de chacun des lots sur le plan parcellaire. Il s'agit ici d'introduire la dimension spatiale de la gestion et de l'utilisation des surfaces.

Charges et organisation du travail

Les charges et les modalités d'organisation du travail sont appréhendées, à l'échelle d'une campagne annuelle, par une seule enquête, selon la méthode "bilan travail" (Dedieu *et al.*, 1993). Il s'agit, pour résumer les principes de cette méthode, d'estimer les temps de travail consacrés à la conduite du cheptel (travail d'astreinte, soins quotidiens aux animaux, et travail de saison "troupeaux", manipulations périodiques des animaux) et à la conduite des surfaces (travail de saison cultures et surfaces fourragères), ainsi que la part de travail fournie par les exploitants (la cellule de base) et les autres catégories de main-d'œuvre. Le temps disponible calculé de la cellule de base est un indicateur de la marge de manœuvre restant aux exploitants une fois leur travail d'astreinte et de saison réalisé. L'analyse de l'élaboration de ce temps disponible vise à identifier les choix d'organisation du travail des agriculteurs. Ceux-ci peuvent mettre l'accent, pour maîtriser leur temps, sur la rationalisation des équipements et des bâtiments, sur la simplification de la conduite des troupeaux et des surfaces, ou encore sur la sollicitation de main-d'œuvre extérieure.

Performances techniques

Ainsi qu'il a été mentionné plus haut, les éleveurs ne tiennent pas tous un carnet d'agnelage ou un cahier de vêlage précis. Le comptage des produits nés et morts est par contre réalisé ou reconstituable chez tous. Dans la mesure où la constitution des lots est stable de la mise en reproduction à la mise-bas, nous réalisons des comptages séparés par lot. Les bordereaux de vente permettent le plus souvent, mais pas systématiquement (certains agriculteurs vendent à la pièce sur les marchés), d'enregistrer les poids des produits ainsi que leur classement. Le suivi n'a donc pas ici pour fonction de relier précisément performances des individus et performances des troupeaux (Moulin, 1993), ce qui nécessiterait une autre forme de coopération entre observateurs et éleveurs, et sans doute un mode de sélection différent. L'analyse de l'effet des pratiques d'élevage sur les performances du troupeau sera alors forcément globale, mais restera en cohérence avec la perception qu'en a l'éleveur : résultats par lot ou pour l'ensemble du troupeau de femelles (Landais et Lasseur, 1993 ; Santucci, 1991).

Une illustration des résultats du suivi (année 1993) : le cas des grandes exploitations

Trois des exploitations du réseau se distinguent des autres quant à la dimension de l'exploitation par unité de main-d'œuvre. Ces agriculteurs gèrent seuls plus de 150 ha de SAU et plus de 100 vaches (deux cas, exploitations 10 et 11), ou 650 brebis de plus d'un an (un cas, exploitation 3). Ces agriculteurs participent en plus à d'autres activités, agricoles ou non agricoles. L'hypothèse formulée dans ces situations est que la gestion de l'ensemble cheptel-surfaces sous contrainte forte de travail s'appuie sur des règles particulières visant la simplicité de la conduite des troupeaux et du pâturage (Dedieu, 1993). L'analyse des données collectées en 1993 confirme cette hypothèse et en précise les modalités, compte tenu des autres caractéristiques d'homogénéité de ces exploitations : installation datant de plus de 10 ans, parcellaire groupé et homogène.

Les trois exploitants ont choisi l'élevage en plein air, avec des mises-bas de printemps et un allotement très stable de leur troupeau de reproductrices. Il n'y a que très peu de recombinaisons des lots durant la campagne et les éleveurs n'associent pas les animaux en lot selon la date de vêlage ou le niveau de prolificité : la caractéristique dominante de regroupement des animaux est l'âge (cf. figure 1 pour l'exploitation ovine), qui détermine le choix des taureaux, des béliers et la date d'introduction de ceux-ci (reproduction naturelle). La gestion des surfaces s'appuie sur l'installation de quelques prairies temporaires, sur une fertilisation minérale réduite voire nulle, la récolte de foin et une faible mobilité des lots au pâturage. La plupart des lots pâturent en effet un ensemble de parcelles contiguës (un "bloc") en pâturage tournant lent voire continu. La stabilité de la localisation des lots, les dates tardives de foin rendent nécessaire

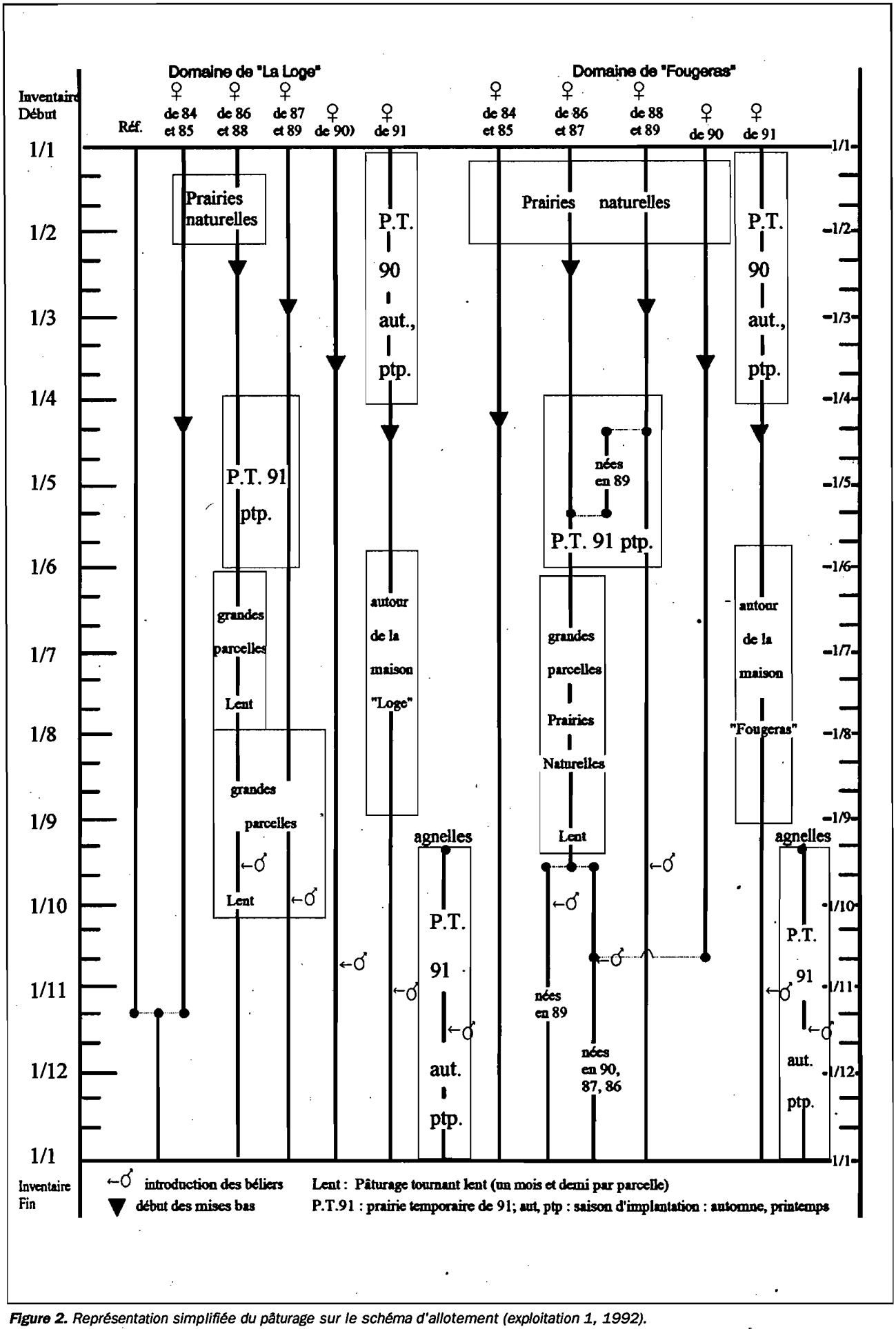


Figure 2. *Représentation simplifiée du pâturage sur le schéma d'allotement (exploitation 1, 1992).*

l'appel à un autre outil de régulation de l'offre d'herbe au sein de chaque bloc, et ce dès le printemps : le gyrobroyeur. Les résultats techniques et économiques peuvent être qualifiés de moyens si l'on s'intéresse aux ratios de productivité numérique et de marge brute à l'unité de cheptel. Ils sont très confortables si l'on raisonne à l'échelle de l'exploitation agricole. L'approche du travail n'a été réalisée, pour l'instant, que dans l'exploitation ovine. Si la simplification de la conduite permet effectivement de réduire le travail d'astreinte que l'agriculteur a seul en charge, le gyrobroyage et le retournement de parcelles sont largement sous-traités par la famille ou des voisins : l'éleveur ne supporte pas, en temps de travail, ces contreparties du pâturage simplifié.

L'illustration présentée ici est source d'interrogations pour le groupe d'observateurs, pour plusieurs raisons : l'itinéraire de gestion de l'ensemble cheptel-surfaces adopté par ces agriculteurs diffère nettement de ceux observés dans les autres exploitations du réseau ; les éleveurs s'affranchissent, dans leur conduite du troupeau et du pâturage, des règles classiques d'action dont la recherche et le développement se sont fait les promoteurs : raisonnement de l'allotement et de l'alimentation par niveau de besoins (date de vêlage ou prolificité), rôle prééminent du pâturage dans la régulation de la quantité et de la qualité de l'herbe au cours de la saison. D'autres raisonnements sont tenus ; les informations, les processus de décision sont-ils, dans ces cas, spécifiques ?

Conclusion

Le réseau "extensif allaitant" du Montmorillonnais est une illustration de ces réseaux "exploratoires" de systèmes originaux, pour lesquels on ne peut pas considérer comme connu a priori et uniforme le projet assigné à l'activité agricole étudiée. La modélisation des conceptions de l'agriculteur devient alors l'un des deux objets de l'étude du fonctionnement de ces systèmes, l'autre étant l'analyse des performances techniques, économiques et des charges de travail. Ces deux objets s'appuient, dans le cas des systèmes d'élevage, sur la caractérisation des pratiques d'élevage et de gestion des surfaces dont il s'agira d'étudier l'efficacité et les raisons de leur mise en œuvre.

La première étape d'une telle recherche consiste à préciser, adapter ou renouveler les méthodes de recueil des informations, afin que celles-ci soient homogènes entre exploitations et pertinentes eu égard aux objectifs fixés et aux analyses prévues. Ces méthodes ne peuvent être définies, à notre sens, sans prendre en compte des éléments de diversité des exploitations et des exploitants constituant le réseau. Dans le cas du Montmorillonnais, la diversité des effectifs animaux, la présence de pluriactifs ont mis en avant, par exemple, l'importance d'une étude précise des modalités d'organisation du travail et des charges afférentes. La prise en compte des unités de gestion du cheptel (le lot) et du territoire (la parcelle) comme éléments de base pour la collecte des informations sur les pratiques de gestion de l'ensemble cheptel-surfaces vise à rester en cohérence avec la façon de raisonner, et les cibles des interventions des éleveurs. Une première validation du cadre méthodologique proposé est l'homogénéité et la qualité des informations recueillies en 1993 par les différents observateurs (recherche, développement) associés à cette opération. Le travail collectif s'engage désormais, sur la base de dossiers individuels et par le biais de la comparaison des exploitations au cours de réunions. Ces discussions, comme celles illustrées par le cas des grandes exploitations, devraient dégager des hypothèses nouvelles, des besoins d'approfondissements complémentaires, de validation sur des échantillons plus importants, bref une évolution collective du questionnement et de la démarche d'étude.

Références bibliographiques

Capillon A., Manichon H., 1979. Une typologie des trajectoires d'évolution des exploitations agricoles. C.R. Acad. Agric. Fr., 1168-1178.

Chambre régionale d'agriculture Région Bourgogne, 1992. *Réseau régional d'observation et d'expérimentation des exploitations extensives de bovins allaitants.* Compte rendu 1991. Dijon, France, CRA, 25 p.

Dedieu B., 1993. Organisation du travail et fonctionnement d'exploitations d'élevage extensif du Massif central. INRA Et. Rech. Syst. Agr. Dév., 27 : 303-321.

Dedieu B., Coulomb S., Servière G., Tchakérian E., 1993. *Bilan travail pour l'étude du fonctionnement des exploitations d'élevage.* Paris, France, Institut de l'élevage, 15 p.

Duru M., Gibon A., Osty P.L., 1991. De l'étude des pratiques à l'étude des décisions. L'exemple du système fourrager. *In : Modélisation systémique et système agraire,* J. Brossier, B. Vissac, J.L. Le Moigne éd., Paris, France, INRA, p. 159-180.

Gibon A., 1981 *Pratiques d'éleveurs et résultats d'élevages dans les Pyrénées centrales.* Thèse docteur-ingénieur, INA, Paris-Grignon, France, 106 p.

Guérin G., Bellon S., 1990. Analyse des fonctions des surfaces pastorales dans les systèmes fourragers en zone méditerranéenne. INRA Et. Rech. Syst. Agr. Dév., 17 : 147-157.

Hubert B., Girard N., Bellon S., Lasseur J., 1993. Les systèmes d'élevage préalpins : derrière les pratiques des conceptions modélisables. INRA Et. Rech. Syst. Agr. Dév., 27 : 351-386.

Ingrand S., Dedieu B., Chassaing C., Josien E., 1993. Etude des pratiques d'allotement dans les exploitations d'élevage. Proposition d'une méthode et illustration en élevage bovin limousin. INRA Et. Rech. Syst. Agr. Dév., 27 : 53-72.

Josien E., Dedieu B., Chassaing C., Babaudou P., 1994. Le réseau extensif bovin limousin. Caractéristiques générales des exploitations et éléments de réflexion. Fourrages, 137 : 3-23.

Landais E., 1987. *Recherches sur les systèmes d'élevage. Questions et perspectives.* Versailles, France, INRA, 75 p.

Landais E., Balent G., 1993. Introduction à l'étude des pratiques d'élevage extensif. INRA Et. Rech. Syst. Agr. Dév., 27 : 13-36.

Landais E., Deffontaines J.P., 1989. Les pratiques des agriculteurs. Point de vue sur un courant nouveau de la recherche agronomique. Etudes rurales, 109 : 125-158.

Landais E., Gilibert J., 1991. *Recherches sur l'extensification de l'élevage. Eléments de réflexion tirés d'une approche systémique.* Versailles, France, INRA, 55 p.

Landais E., Lasseur J., 1993. Idées de troupeau. Pratiques et conceptions d'éleveurs préalpins. INRA Et. Rech. Syst. Agr. Dév., 27 : 37-52.

Lebrun V., 1979. Une méthode d'étude du système de production au niveau de l'exploitation agricole. Fourrages, 79 : 3-36.

Moulin C.H., 1993. Le concept de fonctionnement de troupeau. Diversité des pratiques et variabilité des performances animales dans un système agropastoral sahélien. INRA Et. Rech. Syst. Agr. Dév., 27 : 73-94.

Santucci P.M., 1991. *Le troupeau et ses propriétés régulatrices, bases de l'élevage caprin extensif.* Thèse doctorat, université Montpellier II, Corte, France, INRA-SAD, 85 p.

Aide à l'organisation collective du travail en riziculture motorisée : application d'une démarche de conseil au Sénégal

Le Gal Pierre-Yves ; Havard Michel
CIRAD-SAR, UR GAM, BP 5035, 34032 Montpellier cedex, France

Résumé

La motorisation s'est récemment développée dans le delta du fleuve Sénégal, sous le contrôle d'organisations paysannes et d'entrepreneurs privés. Elle pose des problèmes d'organisation du travail en double riziculture irriguée. Une démarche interactive d'aide à la décision a été testée sur deux aménagements hydro-agricoles. Elle vise à stimuler la réflexion des agriculteurs face à leurs problèmes, plutôt qu'à leur prescrire des solutions. Elle comprend une analyse de leurs comportements actuels, la modélisation informatique de ces connaissances, et la simulation de leur modèle initial et d'alternatives techniques et organisationnelles sur plusieurs scénarios climatiques. Une application aux entrepreneurs agricoles est envisagée.

Mots clés

Motorisation, décision, organisation, modèle, simulation, conseil, double culture, riz irrigué, fleuve Sénégal.

Abstract

Collective Organization of Labor for Mechanized Rice Cultivation: Application of a Decision-Support System in Senegal

Farmers and private contractors are in direct control of the mechanization recently introduced to the Senegal river delta. They are facing problems concerning labor organization for double-cropping of irrigated rice. A decision-support system has been tested in two irrigated schemes. The system aims to stimulate farmers' problem solving capacities rather than to provide solutions. It consists of analysis of framers' current behavior, computer modeling of their knowledge, and simulation of their initial model and alternative solutions under various climatic scenarios. An extension to contractors is considered.

Introduction

La motorisation des techniques culturales intéresse les agriculteurs africains pour diminuer la pénibilité et augmenter la productivité du travail quand existent des réserves foncières ou que la main-d'œuvre devient onéreuse. Initiées par des sociétés étatiques, les expériences de motorisation se poursuivent aujourd'hui sous le contrôle direct d'opérateurs paysans et privés.

Dans un contexte d'augmentation du coût des matériels et de l'énergie, le choix et la gestion technico-économique des équipements et l'organisation des travaux reposent sur de nouveaux acteurs : entrepreneurs de travaux agricoles, mécaniciens, chauffeurs, agriculteurs et organisations paysannes, organismes de financement et de distribution. Comment les aider à coordonner leurs relations complexes ? Comment les aider à prendre leurs décisions tactiques et stratégiques, en tenant compte des conséquences technico-économiques ?

Ces questions sont traitées depuis 1990 sous des angles divers dans le delta du fleuve Sénégal, où tracteurs et moissonneuses-batteuses sont utilisés en riziculture irriguée paysanne depuis une vingtaine d'années. Nous présenterons d'abord le contexte dans lequel est gérée la motorisation, ses résultats technico-économiques, et le type de relations entre utilisateurs et propriétaires de matériels agricoles. Puis nous développerons la démarche utilisée auprès de quelques organisations paysannes pour comprendre leurs problèmes d'organisation du travail dans un système de double riziculture au calendrier contraignant, et les aider à les résoudre. Cette étude s'est déroulée pendant trois ans sur deux aménagements, Thiagar et Diawar, couvrant respectivement 900 et 200 hectares. Nous dresserons en conclusion les perspectives qu'offrent ces premiers résultats, pour l'amélioration des relations entre utilisateurs et gestionnaires de la motorisation.

Irrigation et motorisation dans le delta du fleuve Sénégal

Le delta du fleuve Sénégal couvre 5 000 kilomètres carrés entre Saint-Louis et Dagana. La riziculture irriguée est prépondérante dans les systèmes de production agricole, pour des raisons écologiques (faible pluviométrie, sols lourds et salés) et économiques (production rizicole nationale fortement déficitaire). Le secteur irrigué a été libéralisé en 1987, après trente années de gestion étatique. De 1987 à 1992, les superficies sous irrigation ont augmenté de 90 % pour atteindre 27 000 hectares dans le delta, zone peu peuplée et facilement aménageable (Le Gal, 1992). Initiés par des organisations paysannes et des opérateurs privés, les nouveaux périmètres, peu coûteux car techniquement sommaires, couvrent 14 000 ha.

Depuis 1988, le débit du fleuve, régulé par deux barrages, rend possible la double culture, définie comme la succession de deux cultures, essentiellement de riz, la même année sur la même parcelle. Elle permet d'augmenter l'intensité culturale des aménagements, mais accroît les besoins et les contraintes de travail pour les matériels et la main-d'œuvre à certaines périodes. L'itinéraire technique pratiqué, identique en simple et double riziculture, substitue largement le capital au travail : motorisation pour la préparation des sols en sec et une partie de la récolte et du battage, semis manuel en prégermé dans une lame d'eau, désherbage chimique et fumure minérale. Depuis 1987, la récolte à la moissonneuse-batteuse s'est étendue, pour couvrir 40 % des superficies.

Les augmentations de surface et de production se sont accompagnées d'un accroissement du parc de matériels agricoles (tableau I). Celui-ci, concentré à 90 % dans le delta, appartient pour un tiers à des organisations paysannes et pour le reste à des opérateurs privés, dont les agriculteurs louent collectivement les services (Havard, 1993). Créées partiellement sur prêt bancaire, la plupart des entreprises ont des contraintes financières les rendant agressives sur les marchés. D'autres, créées autour de matériels d'occasion, proposent, dans un marché de proximité fondé sur des liens familiaux ou amicaux, des prestations à des prix très compétitifs. Cette formule pourrait s'étendre avec la dévaluation du franc CFA, rendant prohibitif l'achat de matériels neufs. L'influence du type de prestataire sur la gestion du matériel et l'organisation du travail est en cours d'étude.

Tableau I. Evolution du parc de tracteurs et de moissonneuses-batteuses dans la vallée du fleuve Sénégal.

Année	1985	1989	1992
Tracteurs	80	120	200
Moissonneuses-batteuses	2	22	50
Surfaces aménagées (ha)	25 000	30 000	45 000

Source : Havard, 1993 ; SAED, 1990

Les relations entre prestataires et utilisateurs

Stratégies extensives et convergence d'intérêts

De 1987 à 1992, l'extension de la motorisation et la prolifération des aménagements sommaires ont évolué conjointement. La mécanisation de la préparation du sol et de la récolte, principales pointes de travail en riziculture manuelle, a facilité cette dynamique extensive d'occupation de l'espace. Ses bénéficiaires ont développé une campagne d'"intersaison" (figure 1), située entre les campagnes de saison sèche chaude et d'hivernage, considérées comme les plus favorables à la culture du riz dans le delta. Elle leur a permis de mieux répartir sur l'année travail, capital et production céréalière, et aux prestataires d'accroitre sensiblement la durée annuelle d'utilisation de leurs matériels (3 à 6 mois). Les suivis technico-économiques effectués pendant quatre ans sur une dizaine de prestataires montrent qu'un tracteur de 75 kw attelé d'un cover crop peut travailler annuellement 700 à 1 000 ha, une moissonneuse-batteuse de 90 kw peut récolter 250 à 400 ha.

Dans les conditions économiques favorables de cette période, marché non saturé et marges représentant 25 à 50 % du prix de revient, les entrepreneurs amortissent un tracteur sur 3 ans et 3 000 h de travail, une moissonneuse-batteuse sur 3 ans et 2 500 h de fonctionnement. Ils prennent peu de risques car une grande partie du travail du sol est financée sur crédit de campagne (55 dollars US par hectare avant la dévaluation du franc CFA), et les prestations à la moisson sont réglées en nature (15 à 20 % de la production récoltée). Ces tarifs, initialement fondés sur ceux pratiqués par la société étatique avant 1987, ont évolué en fonction des négociations entre paysans et prestataires et de l'estimation des prix de revient réels.

Ces résultats cachent les faibles performances techniques moyennes des équipements : 8 ha/j (0,8 ha/h) pour un tracteur de 75 kw avec un cover crop, 3 ha/j (0,4 ha/h) pour une moissonneuse-batteuse de 90 kw et 4,2 m de largeur de coupe. Cette situation relève autant des prestataires, dont la gestion des équipements est peu rigoureuse, que des clients, dont les périmètres se prêtent mal à la motorisation. Ainsi les matériels sont inadaptés à la taille moyenne des parcelles (0,5 à 1 hectare). L'organisation des chantiers entraîne des pertes de temps : déplacements entre aménagements trop nombreux, rupture dans l'approvisionnement en carburant ou en sacs, manque de formation des conducteurs à l'utilisation et aux réglages des machines. Enfin, les conditions de travail sont souvent difficiles : parcelles enherbées, versées ou mal ressuyées, rendements insuffisants. Les agriculteurs se satisfont pour la plupart de ces performances car leurs objectifs de qualité sont limités, tant pour les lits de semence, très motteux et irréguliers, que le paddy récolté, payé indépendamment de sa qualité.

Intensification et situations conflictuelles

Depuis 1988, la double riziculture couvre annuellement 500 à 1 500 ha dans le delta, essentiellement sur des aménagements réhabilités, en complète maîtrise de l'eau. Les contraintes de calendrier sont fortes de la récolte du riz de saison sèche chaude à l'installation du riz d'hivernage, alors que les pluies menacent. Elles sont accentuées par le souhait des agriculteurs de ressemer les parcelles avant le 15 août, afin d'utiliser une variété de cycle moyen jugée plus performante que la variété de cycle court semée en saison

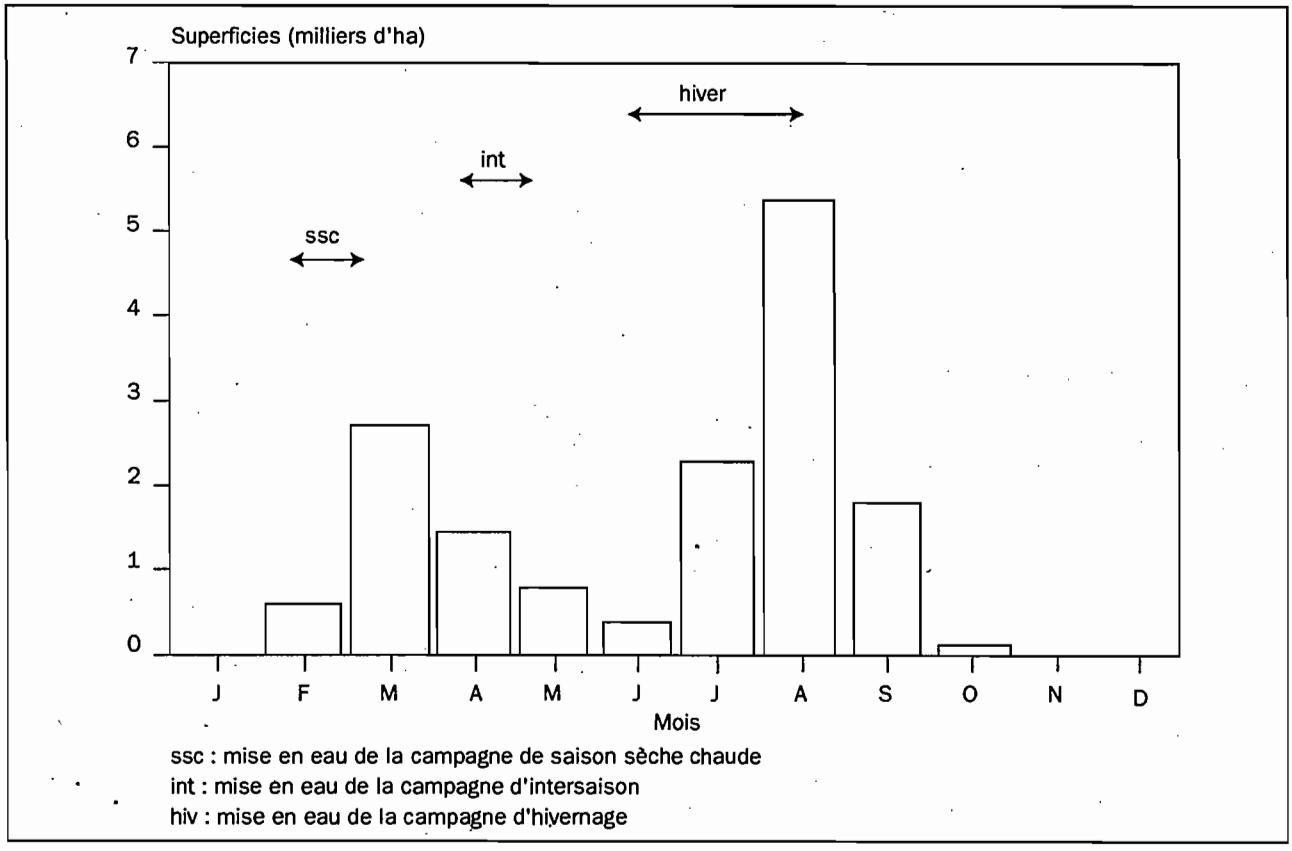


Figure 1. *Les dates de mise en eau des superficies rizicoles dans le delta en 1991 (Ba et Havard, 1992).*

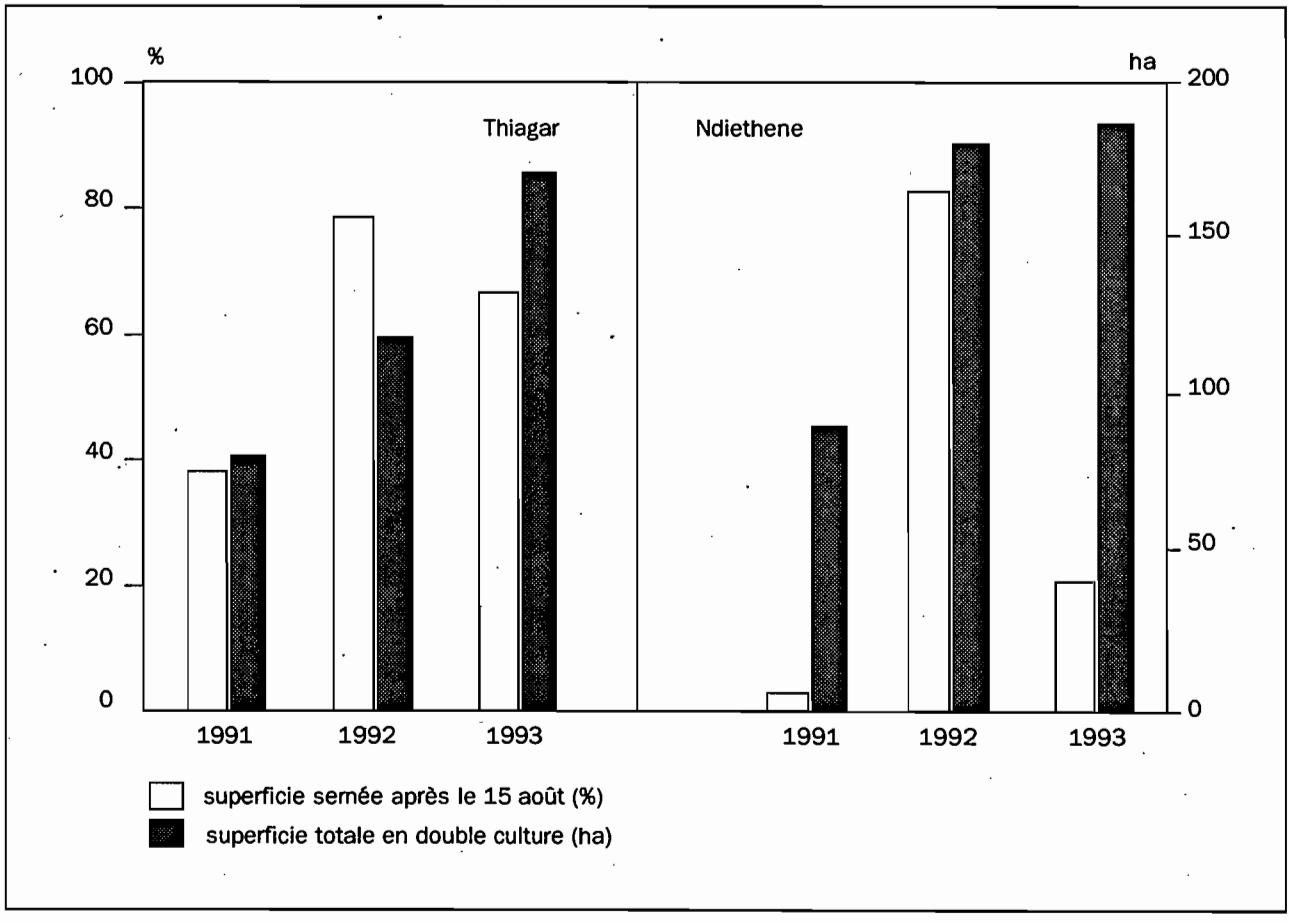


Figure 2. *Superficies totales et semées après le 15 août en double riziculture (périmètre de Thiagar, suivi effectué sur les villages de Thiagar et Ndiethene de 1991 à 1993).*

chaude (Le Gal, 1993). Or cet objectif est difficilement atteint, comme le montre la figure 2.

Les retards observés résultent de dysfonctionnements dans l'organisation du travail. Celle-ci relève d'intervenants multiples : d'une part les prestataires louant leur matériel, de l'autre les paysans, gérant individuellement leurs parcelles mais organisés en groupements chargés de la gestion collective de l'eau et du crédit. Ceux-ci s'articulent autour de la structure hydraulique de l'aménagement, alors que les relations avec les entrepreneurs agricoles sont essentiellement gérées à l'échelle villageoise.

Les problèmes rencontrés dans l'organisation des chantiers de récolte et de préparation du sol ont des origines multiples, s'ajoutant aux faibles performances des matériels. Le démarrage des récoltes est tardif par rapport à la maturité du paddy ; l'effectif quotidien des équipements fonctionnels varie largement en cours de chantier (de zéro à huit moissonneuses-batteuses dans certains cas), et est globalement trop faible ; les préparations du sol ne débutent qu'une fois les récoltes achevées sur l'ensemble des parcelles d'un village.

Ces problèmes tiennent pour une large part à la difficulté des agriculteurs et des prestataires à maîtriser leurs outils de production, rendant vaine la recherche d'un optimum technique. Ainsi les responsables des aménagements préfèrent-ils retarder le démarrage des récoltes pour assurer aux moissonneuses-batteuses une surface récoltable suffisante. Ils estiment en effet difficilement la date de maturité de parcelles aux variétés et dates de semis hétérogènes, où ne peuvent inciter chaque agriculteur à avancer sa date de drainage, et donc de portance du sol, quand la plupart la retardent pour ne pas compromettre le remplissage des dernières panicules.

De leur côté, les prestataires ne peuvent garantir une date d'arrivée sur l'aménagement et la régularité de fonctionnement de leurs machines. Les pannes fréquentes dues à un manque d'entretien, les ruptures de trésorerie ou de stock de pièces détachées, les engagements antérieurs avec d'autres clients viennent perturber les chantiers et rendent délicate toute programmation des activités.

Dans ces conditions aléatoires aux plans climatique, technique et économique, agriculteurs et prestataires limitent leurs relations contractuelles à un accord verbal, les engageant au minimum et leur laissant le loisir de s'adapter aux évènements futurs : pannes de matériel, client plus intéressant ou entrepreneur plus disponible. Ce mode de relation et de gestion est adapté à un environnement économique peu contraignant, un calendrier de travail élastique, et des objectifs de qualité faibles ou inexistants. Or l'évolution du contexte économique (resserrement du crédit, dévaluation du franc CFA, baisse ou stagnation relatives du prix du paddy) doit inciter les différents acteurs à améliorer leurs modes de coordination s'ils ne veulent pas disparaître. Comment les aider dans cette évolution difficile ?

Conseiller les utilisateurs de matériels agricoles

Les agriculteurs choisissent leurs équipements en fonction d'objectifs techniques et économiques, dont la réalisation dépend de leur mode d'organisation en cours de campagne. Ces choix intègrent un certain niveau de risque face à l'aléa climatique et économique (Papy *et al.*, 1990). Les démarches actuelles de conseil intègrent difficilement ces relations, qu'elles privilégient l'élaboration de solutions techniques avec l'aide éventuelle d'outils d'optimisation, comme le fait remarquer Sebillotte (1986), ou qu'elles tiennent mieux compte des différentes composantes du problème mais ne disposent pas d'outils opérationnels permettant d'imaginer des solutions alternatives (démarche du type recherche-développement). Voulant dépasser ces limites, nous avons expérimenté une démarche novatrice d'aide à la décision, élaborée en France par l'Institut national de la recherche agronomique (INRA), conjointement par les laboratoires Systèmes agraires et développement (SAD) et Economie et sociologie rurales (ESR) de Grignon.

Principes

Cette démarche s'appuie sur une théorie du comportement des individus, conceptualisant les relations entre actions observées, processus de décision et processus cognitifs. La prise de décision comprend une phase de conception, où l'individu construit sa représentation mentale du problème, puis d'évaluation, où il la modifie en fonction des résultats obtenus. Ce passage permanent entre décision réelle et virtuelle (Courbon, 1982) s'apparente à un processus de modélisation. D'où le terme *"modèle d'action"* donné par Sebillotte et Soler (1990) pour désigner l'ensemble, forgé d'expérience, auquel les agriculteurs se réfèrent pour agir. Cet ensemble comprend des objectifs à atteindre, éventuellement découpés en sous-objectifs, des règles d'action du type "si... alors...", des indicateurs de déclenchement des règles et d'évaluation des résultats.

Appliquée à la fonction de conseil, cette théorie implique un glissement de l'analyse des actions vers celle des représentations mises en œuvre par l'agriculteur. Le conseiller ne doit pas tant imaginer et prescrire des solutions factuelles à ses problèmes, mais plutôt l'aider à construire ses propres solutions à travers une modification de ses représentations. Cette action sur les processus d'apprentissage de l'agriculteur (Attonaty et Soler, 1991) favorise également le rapprochement entre les savoirs théorique du conseiller et pratique de l'agriculteur (Papy, 1994).

La simulation de situations virtuelles s'avère un outil pédagogique intéressant pour stimuler la réflexion de l'agriculteur, et permettre au conseiller d'accéder à ses représentations. Cette démarche interactive où l'on *"apprend pour jouer"*, et où l'on *"joue pour apprendre"* (Papy, 1993) s'appuie sur l'utilisation de logiciels permettant la représentation des connaissances des acteurs.

OTELO (Organisation du travail et langage à objets) en est un exemple. Conçu spécifiquement pour répondre aux problèmes d'organisation du travail (Attonaty *et al.*, 1990), il est structuré autour de trois niveaux de gestion : les chantiers de travail, objets opérants du modèle, les enchaînements des chantiers sur les différentes parcelles de l'exploitation (niveau diachronique), et les périodes au cours desquelles sont fixées les priorités entre enchaînements et chantiers (niveau synchronique).

Cette structure générique est complétée par un système d'informations consultable chaque jour, comprenant le climat, le calendrier, les ressources en travail (matériel et main-d'œuvre) et l'état d'avancement des travaux. Un langage dédié, proche du langage naturel, permet de transcrire les règles et indicateurs utilisés par l'agriculteur. Le modèle spécifique ainsi créé est simulé sous différents scénarios climatiques à l'aide d'un automate. Pour chaque travail exécuté sont enregistrées des informations, stockées dans une base de données. Celle-ci est consultable à l'aide d'un module donnant, à partir de tableaux et graphiques élaborés par l'utilisateur, une vision globale ou détaillée du déroulement de la campagne simulée.

Cette démarche est interactive car centrée sur le dialogue agriculteur-conseiller. Elle passe par l'explicitation du modèle d'action de l'agriculteur, sa modélisation sous OTELO, la validation du modèle à partir d'enregistrements passés, puis des simulations sous différents scénarios climatiques. L'agriculteur peut évaluer, en fonction du risque qu'il est prêt à prendre, la pertinence de son modèle actuel et des modifications proposées par lui-même ou le conseiller.

Une application à la gestion collective des calendriers de travail en double riziculture

Au décideur unique auquel s'applique initialement cette démarche, la gestion des périmètres irrigués ajoute une dimension collective. Le fonctionnement de ces organisations ne résulte pas de la somme de comportements individuels, mais relève d'un processus de *"construction sociale"* (Crozier et Friedberg, 1977) ayant sa dynamique propre.

Quel modèle d'action ?

Dans tous les cas étudiés, les agriculteurs élaborent un programme d'action collectif avant le démarrage des opérations, mais il est en général rudimentaire (Le Gal, 1993). Le manque d'expérience face à la double culture en est la raison la plus évidente. Il se traduit par des référentiels imprécis, par exemple dans l'évaluation des performances réelles des équipements, ou faux au plan de la théorie agronomique (relation entre la date de drainage et le rendement en paddy). L'effort d'anticipation des agriculteurs est également contrarié par leur difficulté à évaluer la probabilité d'apparition des évènements futurs, et sans doute par leur représentation du temps et de sa durée, point restant à approfondir. Parallèlement, la coordination des opérations entre les acteurs aux logiques et stratégies divergentes est difficilement assurée par les responsables.

Quelle est alors leur capacité à travailler ensemble, à construire un corps de règles permettant de gérer les conflits potentiels ? L'option adoptée semble favoriser la recherche d'une certaine harmonie sociale, au détriment éventuel de la réalisation d'objectifs technico-économiques contraignants au plan organisationnel. Elle passe par des stratégies de nivellement des différences dans l'avancement des opérations (éviter notamment que les premières parcelles récoltées soient toujours les premières semées) et la souplesse des relations contractuelles.

Ce modèle collectif d'action, fondé sur des ajustements effectués au fur et à mesure que les problèmes se posent, est fragile face à l'aléa et ne permet pas aux agriculteurs de respecter leurs objectifs de calendrier. A partir des connaissances accumulées, des entretiens et restitutions effectués au cours de ce travail, ces contraintes techniques, cognitives et organisationnelles ont pu être formalisées et présentées aux agriculteurs. Mais leurs effets au-delà des évènements vécus, comme ceux d'alternatives techniques ou organisationnelles, ne pouvaient être estimés.

Utilisation d'OTELO

Des simulations ont été effectuées avec OTELO en 1993, et présentées aux agriculteurs avant la programmation des récoltes. Le logiciel s'est avéré suffisamment souple, dans sa structure, pour s'adapter à ces situations pluriacteurs, sous réserve de limiter le découpage du foncier aux blocs constitués par les mailles hydrauliques. Le niveau parcelle-individu s'est trouvé escamoté, mais cette contrainte du logiciel est apparue cohérente avec la structure décisionnelle de l'aménagement, largement dominée par les responsables des mailles hydrauliques, et une contrainte de conseil, à savoir l'impossibilité de toucher directement tous les paysans présents sur l'aménagement. Les simulations et discussions ont donc privilégié ces responsables, à charge pour eux de relayer l'information à leurs adhérents.

OTELO ne simule que des décisions techniques, au demeurant simples dans ce cas, vu l'absence de technologies alternatives connues ou appréciées des agriculteurs. Nous avons ainsi fait varier, en facteur unique ou en combinaison, les dates de semis et les variétés cultivées, le nombre de tracteurs et moissonneuses-batteuses, la date de démarrage des récoltes, et le mode d'enchaînement entre récolte et préparation du sol. Mais chacune de ces alternatives suppose des modifications dans le fonctionnement de l'organisation sociale et dans les comportements individuels. Ainsi le fait de démarrer les récoltes à maturité, soit un gain de quinze à vingt jours sur la situation observée, suppose que les individus modifient leur représentation des relations entre le drainage, l'humidité du sol et le rendement, que les négociations entre paysans et prestataires débutent plus tôt, et que les prestataires garantissent une date d'arrivée sur l'aménagement.

Les sorties du modèle alimentent la discussion entre agriculteurs, puis entre agriculteurs et prestataires, à partir d'éléments objectivés. Les intervenants extérieurs ont alors pour fonction de fournir des connaissances techniques ou économiques nouvelles, et d'aider les acteurs dans leurs processus de négociation en soulignant les responsabilités respectives et les points de blocage. Les débats varient selon chaque cas. Ici l'accent sera mis sur les relations conflictuelles avec l'entrepreneur du village qui bloque, par son monopole sur les prestations, l'arrivée de matériels supplémentaires ; ailleurs la procédure d'octroi du crédit sera critiquée car empêchant d'avancer les semis de saison sèche chaude. Au-delà de l'intérêt marqué par les agriculteurs pour l'ensemble de la démarche, celle-ci a-t-elle influencé leurs décisions ? L'expérience est trop courte pour en tirer des conclusions, mais les observations faites en 1993 montrent une amélioration des résultats en termes de calendrier à Ndiethene et dans une moindre mesure à Thiagar, due à une évolution des modèles collectifs d'action. Ainsi l'objectif de semer la campagne d'hivernage avant le

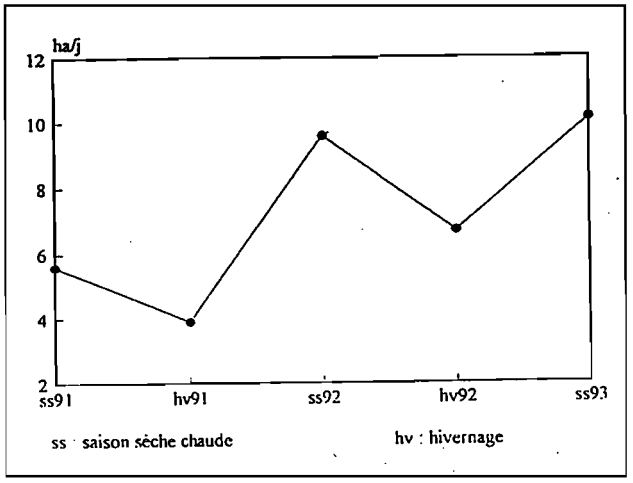


Figure 3. Evolution de la performance du chantier de récolte de 1991 à 1993, toutes moissonneuses-batteuses confondues (village de Ndiethene).

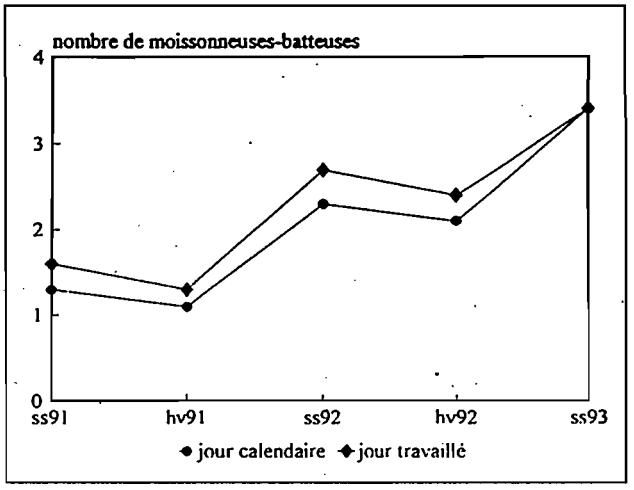


Figure 4. Evolution du nombre moyen de moissonneuses-batteuses utilisées quotidiennement de 1991 à 1993 (village de Ndiethene).

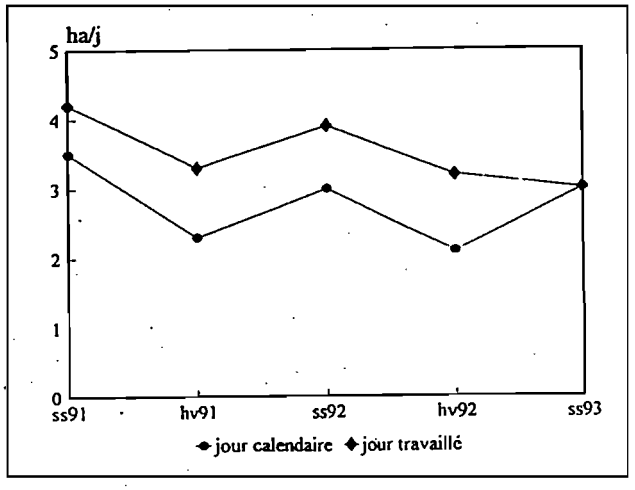


Figure 5. Evolution de la performance moyenne par moissonneuse-batteuse de 1991 à 1993 (village de Ndiethene).

15 août est quasiment atteint à Nidethene (figure 2), grâce à une performance élevée du chantier de récolte (figure 3), elle-même due à une augmentation du nombre de matériels utilisés (figure 4). De plus, le chevauchement des récoltes, effectuées du 11 au 29 juillet, et des préparations du sol, du 17 juillet au 9 août, a permis d'avancer les dates de semis des premiers groupements récoltés. Ces améliorations ne touchent que des éléments collectivement maîtrisables par les agriculteurs. Les performances moyennes par matériel, fruit des interactions entre leurs modalités de gestion par les prestataires et l'état des parcelles gérées individuellement, demeurent par contre inchangées (figure 5).

Conclusion : les perspectives d'extension de la démarche

Evaluée à travers l'attention que lui portent les agriculteurs et ses effets sur leurs décisions, la démarche expérimentée devra confirmer son intérêt sur un pas de temps plus long, en l'étendant à d'autres aménagements. Cette poursuite de l'étude est d'autant plus importante que l'apprentissage de la double culture demandera aux agriculteurs plusieurs années, dans le contexte évolutif de la vallée du fleuve Sénégal. Dans cet esprit, nous avons amorcé le transfert de la démarche vers la structure locale de développement. Cette opération permettra également de réfléchir au dispositif de conseil à mettre en place à l'échelle régionale pour assurer ce type de services aux différents opérateurs économiques.

Le mode d'appropriation et de gestion du matériel nécessite par ailleurs d'étendre cette recherche aux entrepreneurs agricoles, dont les interrogations et les processus de décision diffèrent de ceux des agriculteurs. Ainsi leurs objectifs sont-ils essentiellement économiques : il leur faut maximiser les superficies travaillées dans un temps donné, tout en minimisant les charges. Si le matériel est un élément géré directement, les clients et leurs parcelles sont autant d'unités autonomes, à prospecter ou constituer d'une clientèle captive mais souvent prioritaire (parcelles du propriétaire du matériel et de ses collatéraux). Des réponses données aux questions concernant le choix des clients, la programmation des calendriers d'activité, l'organisation des chantiers, dépendent les performances globales des matériels en cours de chantier.

Les prestataires ont également des interrogations plus stratégiques. Comment choisir ses équipements en avenir incertain ? Faut-il privilégier l'achat de matériel neuf ou d'occasion ? Pour les aider dans ces décisions, les structures de recherche et de conseil doivent disposer de référentiels technico-économiques adaptés et facilement accessibles (base de données). Des travaux sont en cours pour formaliser les problèmes spécifiques des prestataires de service. Ils devraient déboucher à terme sur la conception d'outils à même d'aider les différents acteurs dans la gestion de leurs relations, tels que la modélisation multiagents basée sur les principes de l'Intelligence artificielle distribuée (Bousquet *et al.*, 1993).

Si la démarche proposée présente une avancée intéressante pour aider les agriculteurs et entrepreneurs agricoles dans le choix des équipements et la gestion des calendriers de travail, des questions importantes demeurent cependant posées. Comment mieux prendre en compte les relations entre technique et économie, entre décisions stratégiques

et tactiques ? Cette démarche n'est-elle pas trop complexe ? Est-elle compatible avec les structures de conseil actuelles et quelles évolutions implique-t-elle ? Une expérience menée en France (Mousset *et al.*, 1994) montre l'intérêt de faire des choix en fonction des problèmes posés par les agriculteurs, dans un ensemble de démarches, prescriptives ou interactives, et d'outils, manuels ou informatiques. La fonction de conseil doit se diversifier si elle veut s'adapter aux demandes exprimées et aux moyens disponibles.

Références bibliographiques

Attonaty J.M., Chatelin M.H., Poussin J.C., Soler L.G., 1990. Un simulateur à base de connaissance pour raisonner équipement et organisation du travail en agriculture. *In : Economics and artificial intelligence,* P. Bourgine et B. Walliser éd., Paris, France, p. 291-297.

Attonaty J.M., Soler L.G., 1991. Des modèles d'aide à la décision pour de nouvelles relations de conseil en agriculture. *In : Nouvelles approches en gestion de l'exploitation agricole,* Economie rurale, 206 : 37-45.

Ba T.B.G., Havard M., 1992. *Les groupes motopompes et les périmètres privés du delta du fleuve Sénégal.* Saint-Louis, Sénégal, ISRA, 40 p.

Bousquet F., Cambier C., Mullon C., Morand P., Quensière J., Pavé A., 1993. Simulating the interaction between a society and a renewable resource. Journal of Biological Systems, 1 (2) : 199-214.

Courbon J.C., 1982. Processus de décision et aide à la décision. Economie et Sociétés. Série Sciences de Gestion, 3, XVI, 12 : 1466-1476.

Crozier M., Friedberg E., 1977. *L'acteur et le système.* Paris, France, Le Seuil, 493 p.

Havard M., 1993. *Les évolutions récentes en motorisation agricole dans la vallée du fleuve Sénégal.* Communication présentée au séminaire "Innovation et Sociétés", CIRAD-INRA-ORSTOM, 13-15 septembre 1993, Montpellier, France, 10 p.

Le Gal P.Y., 1992. Informal irrigation : a solution for sahelian countries? Some remarks from case studies in the Senegal river Delta. *In : Advances in planning, design and management of irrigation systems as related to sustainable land use,* Leuven, Belgique, CIE-ECOWARM, vol.2, p. 779-788.

Le Gal P.Y., 1993. *Processus de décision et innovation : l'exemple de la double riziculture irriguée dans le delta du fleuve Sénégal.* Communication présentée au séminaire "Innovation et Sociétés", CIRAD-INRA-ORSTOM, 13-15 septembre 1993, Montpellier, France, 11 p.

Mousset J., Chatelin M.H., Gandon H., Groell F., Hopquin J.P., Klein D., Masset B., Quievreux D., Soler L.G., 1994. Le conseil agro-équipement en grandes cultures : enjeux et méthodes. Travaux et Innovations, 6 : 17-21.

Papy F., 1993. Nouveau contexte, nouveau conseil. Bulletin APCA, 50 : 1-10.

Papy F., 1994. *Savoir pratique sur les systèmes techniques et aide à la décision.* First European Convention on Farming Systems Research/Extension, 6-9 octobre 1993, Edimbourg, Grande-Bretagne, 13 p.

Papy F., Aubry C., Mousset J., 1990. Eléments pour le choix des équipements et chantiers d'implantation des cultures en liaison avec l'organisation du travail. *In : La structure du sol et son évolution,* J. Boiffin et A. Marin-Laflèche éd., Les Colloques de l'INRA, 53, p. 157-185.

SAED, 1990. *La SAED a ving-cinq ans.* Saint-Louis, Sénégal, SAED, n.p.

Sebillotte M., 1986. Evolution et actualité des problèmes d'organisation du travail en agriculture. Bull. Tech. Inf., 412-413 : 621-630.

Sebillotte M., Soler L.G., 1990. Les processus de décision des agriculteurs. Première partie : acquis et questions vives. *In : Modélisation systémique et système agraire. Décision et organisation,* J. Brossier, B. Vissac et J.L. Le Moigne éd., Paris, France, INRA, p. 93-101.

Normes techniques et diversité sociale : l'agriculture irriguée sahélienne peut-elle s'intensifier en prenant en compte la diversité des exploitations ?

Jamin Jean-Yves
CIRAD-SAR, UR GAM, BP 5035, 34032 Montpellier cedex 1, France

Résumé
Malgré un encadrement très directif et très normatif, les exploitations agricoles de l'Office du Niger (Mali) présentent une forte diversité. Celle-ci a pu être analysée et valorisée en termes de stratégies de développement et de conseils techniques grâce à la participation active des agents du développement à l'élaboration d'une typologie.

Mots clés
Exploitation agricole, diversité, typologie, conseil agricole, irrigation, Sahel, Mali, Office du Niger.

Abstract
Technical Norms and Social Diversity: Constraints to Intensification of Irrigated Farming in the Sahel?
In spite of very strong and normative supervision, farm holdings at the Office du Niger (Mali) show great diversity. Extension agents participated actively in the elaboration of a typology that has been used to analyze this diversity and hence to integrate it efficiently in development strategies and channels for technical advice.

Introduction

Pour des raisons historiques et techniques, les périmètres irrigués sahéliens constituent des entités normatives, au sein desquelles il y a peu de place pour l'initiative individuelle. Pourtant, les modèles techniques proposés aux paysans ont toujours eu du mal à s'y imposer. A l'Office du Niger (Mali), ce n'est que depuis quelques années que l'intensification rizicole a démarré ; bien que le modèle intensif proposé par le projet Retail soit performant, c'est avec des réponses variées qu'il a été adopté par les paysans. Cette diversité des réponses a conduit à s'interroger sur la diversité des exploitations. Une démarche de recherche sur les systèmes de production a été adoptée en y associant étroitement les agents du développement, de façon à dégager une typologie qu'ils puissent utiliser.

L'Office du Niger : un *"îlot de prospérité"* normatif

L'Office du Niger (ON) est le plus ancien des périmètres ouest-africains et l'un des plus étendus (50 000 ha). Il a été aménagé à partir des années 30 dans le delta intérieur du Niger. L'ON devait devenir le fournisseur de coton des industries textiles de la France coloniale et le grenier à riz de l'Afrique de l'Ouest; mais aussi un lieu d'innovation sociale : les colons africains installés y formeraient une classe de petits propriétaires maîtres de leur destin, dont la finalité serait de faire fructifier leur lot pour devenir riches, faisant ainsi de l'ON *"un îlot de prospérité"*, selon le mot de Bélime (1940), concepteur de ce projet.

Mais, 60 ans après les premières installations, le bilan est plus que mitigé : la culture du coton a dû être abandonnée, celle du riz ne suffit pas à approvisionner le seul marché du Mali et les paysans ont toujours été maintenus dans un système coercitif où leur seule liberté était de respecter les normes techniques imposées par l'ON : celui-ci aménageait et entretenait le réseau d'irrigation, aménageait, attribuait et éventuellement retirait les parcelles aux colons installés par ses soins ; il leur fournissait le matériel agricole et les intrants, avec le crédit nécessaire ; il décidait des techniques agricoles (choix des cultures, date et technique de travail du sol, date de semis et variété, date de mise en eau, fertilisation) et effectuait lui-même le battage, disposant ainsi directement du paddy destiné à être décortiqué dans ses usines. Malgré des surfaces importantes (5-6 ha par famille), les revenus des paysans étaient faibles et beaucoup ont été évincés du colonat ou l'ont fui.

Les exploitations de l'ON ont toutes évolué dans le même contexte historique normatif. Pourtant, loin de constituer un prolétariat d'Etat soumis et sans capacité d'initiative, les paysans de l'ON ont montré à l'occasion du réaménagement de leurs casiers par le projet Retail que beaucoup d'entre eux peuvent profiter de cette opportunité pour intensifier leur production si l'environnement économique est favorable.

Diversité des réponses à l'intensification

L'ON a toujours cherché à gommer les différences entre exploitations, source d'écart vis-à-vis du modèle technique optimal. La diversité des exploitations a donc été réduite à des classifications très simples (grosses et petites exploitations, paysans riches et pauvres, bons et mauvais colons), qui ne visaient qu'à justifier les difficultés de l'entreprise à imposer la bonne façon de cultiver, celle qui aurait enfin permis d'atteindre les objectifs productivistes que fixèrent à l'ON, avec une remarquable continuité, l'Etat colonial, la jeune République socialiste du Mali ou le régime militaire. Les projets de réaménagement et d'intensification qui ont vu le jour à partir de 1984 ne font pas exception ; pour rentabiliser les lourds investissements consentis dans la remise en état du réseau d'irrigation, l'adoption uniforme de nouvelles normes techniques et foncières a été jugée nécessaire aussi bien par l'ON que par ses bailleurs de fonds ; quelle que soit la voie choisie, la finalité était la même : faire adopter par tous les paysans la bonne recette, en adaptant au besoin les structures d'exploitation aux techniques souhaitées.

Le projet Retail a ainsi imposé une réduction des surfaces attribuées, le repiquage et la double riziculture. Le paquet technique comprend en outre l'adoption de variétés modernes, à paille courte, et de fortes doses d'engrais. Dès les premières campagnes, les rendements sont passés de 1,5 à 5 t/ha en hivernage ; à cela, la double culture a permis d'ajouter une production de 3,5 t/ha en contre-saison sur un quart des surfaces.

Mais une analyse plus fine met en évidence la persistance d'une forte variabilité des rendements, comme l'illustre la figure 1. Des suivis de parcelles montrent aussi que, loin d'adopter uniformément les techniques conseillées, les agriculteurs suivent des itinéraires différents d'une exploitation à l'autre, mais aussi, au sein d'une même exploitation, d'une parcelle à l'autre ; ces différences concernent surtout le calendrier cultural, le travail du sol, le désherbage et la fertilisation. Dans ces conditions, continuer à délivrer un message technique identique à toutes les exploitations était peu raisonnable. Aussi, parallèlement à une mutation du métier d'encadreur vers une fonction de conseil, avons-nous cherché à préciser, avec le concours des agents de l'ON, l'ampleur de la diversité des exploitations agricoles, et ses conséquences éventuelles en termes de conseils techniques ou de conseils de gestion.

Une typologie de fonctionnement pour appréhender la diversité

Nos travaux se sont fortement inspirés de ceux menés en France par l'équipe issue de l'Institut national agronomique Paris-Grignon et de l'unité de recherche Systèmes agraires et développement de l'INRA (Capillon *et al.*, 1975 ; Capillon, 1993), surtout quand une forte implication du développement a été recherchée (Doré et Sebillotte, 1987). L'approche typologique utilisée vise à *"classer les exploitations d'une région en quelques types qui se comportent de manière homogène vis-à-vis des conduites techniques et qui sont susceptibles d'adopter les mêmes innovations"*

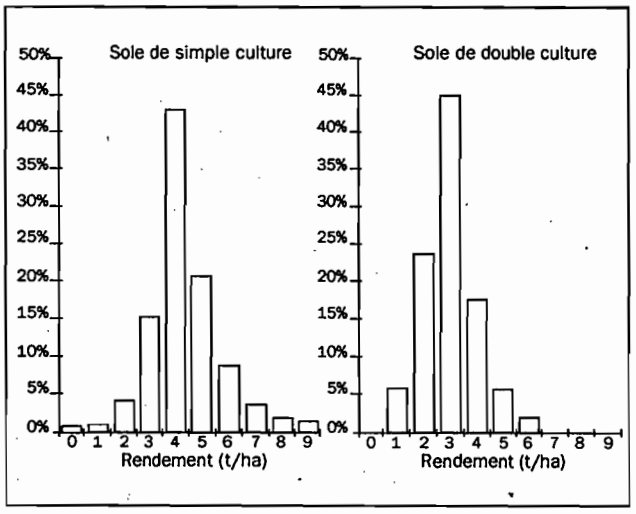


Figure 1. *Répartition des rendements en simple culture et en double culture au projet Retail.*

(Capillon, 1993). Comme le soulignent Bourgeois et Sebillotte (1978), cette approche au niveau des exploitations ne nie pas le rôle de l'Etat, des organismes de crédit ou des coopératives, mais elle considère que les choix essentiels sont du ressort de l'exploitant et de sa famille.

Dans un premier temps, nous avons enquêté 65 exploitations (sur les 750 du secteur). Cet échantillon visait à explorer le plus largement possible la variabilité des situations, sans souci de représentativité statistique. Puis, à partir des évolutions mises en évidence et des principaux types identifiés, une enquête touchant l'ensemble des exploitations a été lancée avec les agents de l'ON, qui ont des niveaux de formation variables et ont tous été engagés depuis des années dans des actions de vulgarisation normatives et directives. Les types ont été élaborés au fur et à mesure de l'avancement des enquêtes, par construction progressive à partir des logiques de fonctionnement mises en évidence.

Mécanismes d'évolution et de différenciation des exploitations

La reconstitution des trajectoires suivies a permis de mettre en évidence les moteurs de l'évolution des exploitations. Ces trajectoires sont schématisées sur la figure 2. La différenciation est ancienne, puisque quatre archétypes remontant à l'installation des colons (en 1937 pour les premiers) ont pu être identifiés. Ils se distinguent par la main-d'oeuvre et le cheptel disponibles et, pour les "non-résidants", ainsi baptisés car habitant plutôt les petites villes que les villages des colons, par une importante activité extérieure.

A partir de là, sous le jeu des contraintes externes (sécheresse, réduction ou augmentation des surfaces allouées, réaménagement, etc.), les exploitations ont suivi des trajectoires variées en fonction de leur cohésion interne, de la valorisation du troupeau bovin extensif, de la défriche de champs de culture pluviale puis de leur conversion en rizières hors casiers (sommairement aménagées hors du périmètre officiel). Le poids des structures d'exploitation est resté important jusqu'au réaménagement des casiers, qui

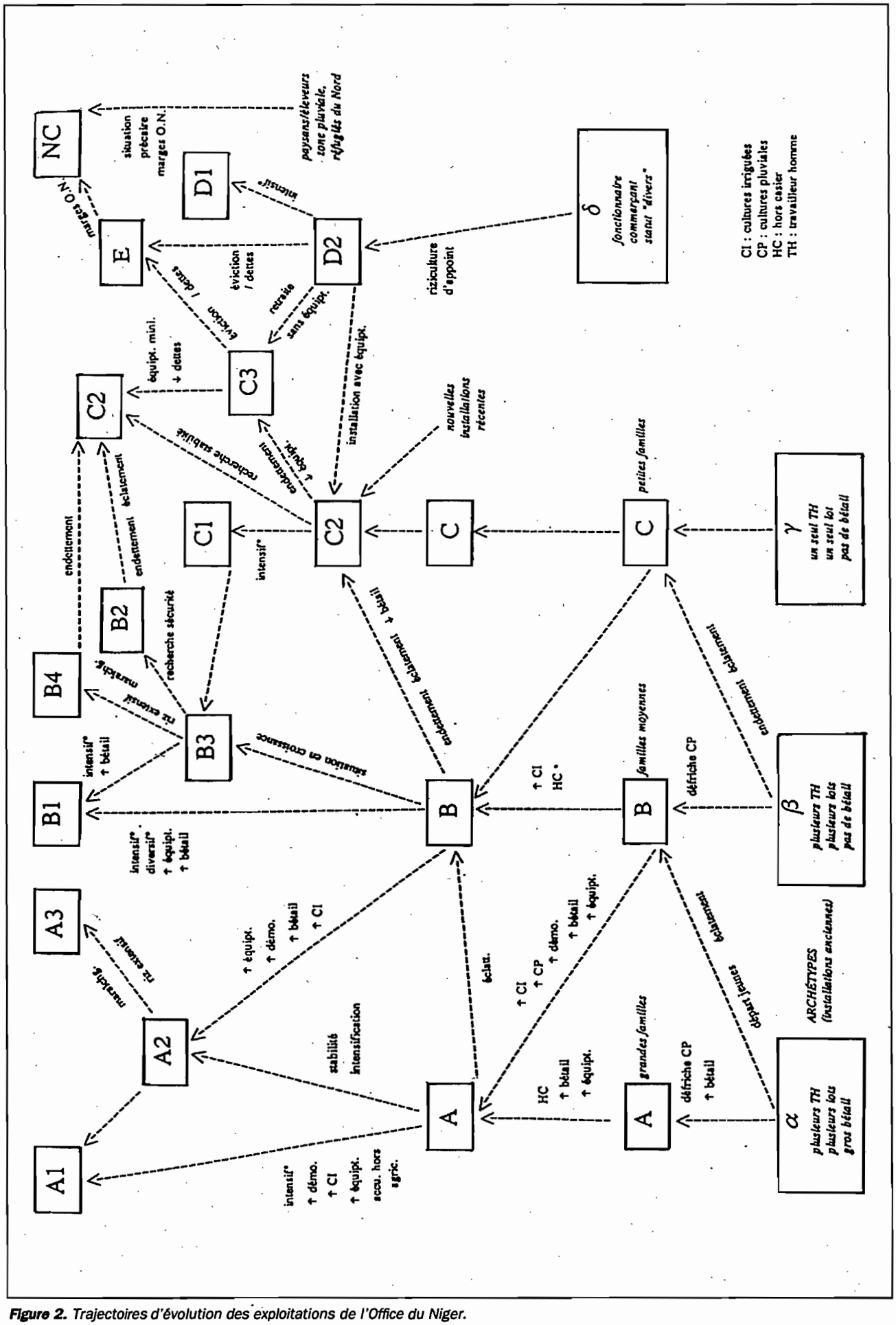


Figure 2. *Trajectoires d'évolution des exploitations de l'Office du Niger.*

tout à la fois autorise des petites exploitations ayant un capital faible – mais un équipement minimal – à intensifier, tandis qu'à l'inverse certaines grandes exploitations ne peuvent suivre le mouvement d'intensification du fait de problèmes de cohésion interne et se tournent plutôt vers le maraîchage et les activités extra-agricoles.

Les stratégies des exploitants résidants sont très variées, du fait d'objectifs généraux différents, mais aussi d'atouts et de contraintes variables. Les non-résidants se sont aussi différenciés en fonction de leur réponse à l'intensification. Les non-colons vivent tout autour de l'ON : paysans ou éleveurs de la zone pluviale, anciens colons évincés de leur lot par l'ON, ou réfugiés du nord du pays chassés par la sécheresse, ces "exploitants" n'ont plus qu'une activité agricole précaire en conditions pluviales et dans des hors-casiers progressivement supprimés par les réaménagements ; leur activité principale est souvent le salariat agricole chez les colons.

La révision de la typologie par les agents du projet

Pour faire passer la typologie du stade d'outil de recherche à celui d'outil de développement, il était nécessaire de classer dans ce cadre un nombre plus important d'exploitations, de procéder à une révision éventuelle des types et de former les agents de l'ON à l'utilisation d'un tel outil et aux conséquences de la diversité pour le conseil, en termes de méthodes de vulgarisation et de diversité des "messages" à adopter.

Le moyen qui a été privilégié pour ce faire et pour utiliser les connaissances des agents de l'ON sur les exploitations a été de les faire participer directement aux enquêtes d'extension et de validation de la typologie. Les 20 agents impliqués appartenaient aux différentes équipes du projet, ce qui a permis d'avoir des visions diversifiées des exploitations et a entraîné des débats riches et formateurs.

Un questionnaire simplifié a été élaboré avec les cadres du projet ; assez fermé pour garantir une certaine homogénéité des résultats, il porte peu sur l'histoire de l'exploitation. Il comporte cependant des aspects "fonctionnement" et "discussion avec l'agriculteur", importants pour l'objectif de formation. La suppression de la partie historique des enquêtes, trop consommatrice de temps, se justifiait en outre par le fait que, une première typologie ayant déjà été élaborée, on pouvait se limiter à la recherche des informations permettant de classer d'autres exploitations dans cette grille.

Les enquêtes ont été étalées sur six mois pour ne pas trop perturber les activités habituelles des agents. Progressivement, l'équipe a évolué vers une révision de la typologie initiale ; même si les modifications proposées allaient parfois dans des directions critiquables, le chercheur a joué le jeu de l'autonomie des agents et s'est borné à signaler l'existence de regroupements qui n'auraient pas permis de rendre tous les exploitants d'un même type redevables des mêmes conseils. Il était en effet préférable, pour assurer l'appropriation de l'outil, de prendre le risque de déboucher sur une typologie révisée moins objective au plan scientifique, pourvu qu'elle permette aux agents du projet de classer facilement eux-mêmes les exploitations et surtout d'intégrer effectivement la diversité de ces exploitations dans leur travail de développement quotidien.

Le classement typologique révisé

La typologie issue de ce processus de recherche-développement est résumée dans le tableau I. Elle comporte cinq grands groupes d'exploitations, en distinguant systèmes intensifs, systèmes sécurisés, exploitations en équilibre précaire, exploitations en difficulté et familles où l'agriculture ne représente qu'un appoint alimentaire. Au sein des trois premiers groupes, des sous-groupes ont été distingués en fonction du capital.

Le critère de distinction mis en avant est l'orientation actuelle de l'exploitation, en particulier vis-à-vis de l'intensification ; les options récentes sont ainsi privilégiées par rapport au capital foncier, humain et animal accumulé au fil de l'histoire ; l'abandon de la partie historique des enquêtes est en partie à l'origine de cette "dérive" qui conduit à

Tableau I. La typologie révisée par les agents du projet.

Groupe	Caractéristiques	Sous-groupe	Caractéristiques
1	Systèmes intensifs Intensification du riz (reprend types A1, A2, B1, C1 et D1 de la typologie initiale)	1A 1B 1C	Très grandes familles ayant déjà intensifié Paysans pilotes investissant dans l'agriculture Intensification récente, accumulation en cours
2	Paysans sécurisés Bons rendements en riz et diversité des activités (reprend les types A2, A3, B2 B3 et les C1 qui diversifient)	2A 2B	Capital important, situation de transit ou limitation par l'état du casier ou la cohésion familiale Capital faible, stabilité assurée par la diversité ou riziculture en cours d'intensification
3	Exploitations en équilibre précaire Résultats rizicoles faibles ou moyens, équipement minimal, diversification indispensable (reprend types B2, B4 et C2 et une partie des D2, retraités)	3A 3B	Grandes familles sur la pente descendante (problèmes de cohésion) Petites familles cherchant la stabilité
4	Familles en difficulté Manque d'équipement, faibles rendements (type C3), familles du groupe 3 déstabilisées, ou installations récentes		
5	L'agriculture comme appoint alimentaire Non-résidants peu intéressés par l'agriculture (type D2)		

mettre dans un même groupe des paysans installés depuis 50 ans et des fonctionnaires récemment venus à la riziculture, parce qu'ils ont tous, pour l'heure, adopté des techniques rizicoles intensives. Le souci de ne pas distinguer les non-résidants de la masse paysanne s'explique aussi parce que la plupart des agents sont eux-mêmes concernés, et ne se considèrent pas comme différents des colons qui ont les mêmes rendements qu'eux. Le groupe 4, "paysans en difficulté", pose également problème, puisque l'on y retrouve, à côté des petites familles sans main-d'œuvre et sans équipement, des grandes familles bien équipées dont les faibles résultats en riziculture sont liés à des problèmes de cohésion interne, alors que ces deux types de famille ne sont pas redevables des mêmes conseils.

Malgré les petits problèmes que pose cette version révisée de la typologie, les objectifs de formation des agents à la compréhension de la diversité et à sa prise en compte pour les actions de développement peuvent être considérés comme atteints : la typologie a été un support de formation très efficace pour aider les agents du projet à changer leur vision des paysans et à passer d'un encadrement dirigiste à un conseil agricole adapté, dont elle est rapidement devenue un des outils de réflexion et d'action.

Importance numérique des différents groupes

Les systèmes intensifs ne représentent que 7 % des exploitations ; les exploitations sécurisées sont plus nombreuses, 28 %, dont 8 % avec un fort capital et 20 % stables grâce à la diversité des activités. Les exploitations en équilibre précaire représentent 30 % de l'ensemble ; la plupart sont des petites familles à la recherche de leur stabilité, mais on note aussi 2 % de grandes familles sur la pente descendante. Les familles en difficulté, du fait de leur endettement ou de leur manque d'équipement, représentent 18 % de l'ensemble ; elles sont dans une situation critique, avec un fort risque d'éviction pour endettement excessif. Enfin, les exploitants pour lesquels l'agriculture ne constitue qu'un appoint alimentaire sont 17 % (mais ce groupe ne représente qu'une partie des non-résidants, ceux pour qui l'agriculture reste marginale).

L'utilisation de la typologie

La première utilisation qui a été faite de la typologie a été la formation des agents à une autre vision plus riche, moins manichéenne, des exploitations. Mais cet outil a également été utilisé pour orienter les recherches et pour améliorer les programmes de développement.

Au plan des recherches, les résultats obtenus avec la typologie nous ont amenés à orienter l'élaboration des références techniques vers une diversification des itinéraires possibles en riziculture, en fixant comme priorité non la recherche des performances maximales, mais celle de la souplesse permettant à la fois de concilier riziculture et autres activités, et de faciliter le déroulement, souvent difficile, de la double culture. Vu l'importance prise par les activités non rizicoles dans de nombreux systèmes de production, nous avons également été amenés à diversifier les cultures qui sont l'objet de

Tableau II. Quelques stratégies de développement pour les paysans de la zone Office du Niger.

Groupe	Riz	Maraîchage	Diversification agricole	Diversification hors agriculture
1A *(A1)*	Viser le rendement maximal par forte fumure, repiquage précoce, travail du sol soigné ; développer double culture ; augmentation de surface possible	Spéculations à forte valeur, comme pomme de terre ; engrais, insecticides, semences de qualité	Maïs en hivernage ; fourrages ; grande pisciculture possible	Valoriser le capital : maisons, transport, décorticage, etc.
3A *(B4)*	Rechercher sécurité en utilisant le matériel disponible ; intrants moyens ; double culture à limiter	Diversifier + cultures d'hivernage ; étalement des implantations	Maïs en hivernage ; élevage trop risqué ; fruitiers	Activités extra-agricoles tous azimuts, mais capital très limité
1C *(C1)*	Augmenter rendement malgré le manque de main-d'œuvre ; intensifier hivernage et augmenter la double culture	Recherche de quelques créneaux à forte valeur ajoutée, nouvelles espèces et semis décalés	Petite pisciculture, fruitiers ou embouche	Prudente, capital et main-d'œuvre limitants
3B *(C2)*	Recherche de stabilité réduire la double culture au minimum ; investissement en travail humain plus que travail du sol ou engrais	Diversification avec peu d'intrants et en évitant les espèces à risque	Prématurée	Petit commerce de riz ou de produits maraîchers
4 *(C3)*	Limiter les risques au maximum ; azote minimal, impasse sur phosphore ; travail du sol réduit ou nul ; double culture limitée à l'autoconsommation	Centrer sur les cultures connues, sans problème de commercialisation et sans intrants	Exclue	Limitée au salariat agricole
5 *(D2)*	Viser rendement minimal avec peu d'azote et impasse sur phosphore ; travail du sol minimal ou non-travail du sol, repiquage ou semis en sec sans herbicide	A limiter à la consommation familiale	Exclue	Centrée sur métier d'origine (pas de capital)

recherches, en incluant dans celles-ci aussi bien la riziculture hors casiers que le maraîchage ou l'élevage.

Au plan du développement, nous avons pu, à partir des recherches techniques effectuées, élaborer des stratégies de développement différenciées, comme l'illustre le tableau II pour quelques cas. Des orientations spécifiques peuvent ainsi être proposées pour chaque type d'exploitations. Sans toujours aller jusqu'à un conseil global, la plupart des agents du projet ont maintenant intégré l'utilisation de la typologie dans leur travail quotidien : toutes les actions du projet sont discutées en fonction des "clients" potentiels et des problèmes qu'ils rencontrent, et ne s'adressent plus à un paysan moyen, sauf instructions contraires des services centraux de l'ON ; cette réserve est importante, puisque, soit du fait d'habitudes liées à un système de vulgarisation très hiérarchisé, soit du fait de l'influence de certains bailleurs de fonds, ces services centraux sont moins enthousiastes que les agents de terrain pour une prise en compte de la diversité.

Bien que l'on puisse ainsi proposer des stratégies techniques différentes pour chaque type, il n'en reste pas moins que le décideur ultime est le chef d'exploitation. De plus, un système de production paysan n'est pas figé, mais est susceptible d'évoluer en fonction d'opportunités nouvelles ou de problèmes nouveaux. Le conseil doit donc rester souple et savoir s'adapter à la demande, et non pas chercher à effectuer des interventions trop mécaniques en fonction de chaque type.

Lors des premières restitutions de la cellule recherche-développement sur l'élaboration de la typologie, puis lors des premiers mois des enquêtes qu'ils ont menées, les agents du projet ont montré un vif intérêt pour cette démarche ; elle leur permettait en effet de mieux comprendre les exploitations avec lesquelles ils travaillent et les autorisait à valoriser la connaissance pratique qu'ils ont du fonctionnement de ces exploitations. Le caractère répétitif des enquêtes et la concurrence avec les tâches de vulgarisation en cours ont cependant entraîné une désaffection progressive d'une partie des agents, avant que l'utilisation effective de la typologie dans les actions de conseil ne vienne relancer leur intérêt. Celui-ci a cependant toujours été plus net pour les agents recherchant une certaine autonomie dans leur travail avec les paysans que pour ceux préférant rester dans un rôle moins risqué d'exécutant des instructions de leurs supérieurs hiérarchiques.

Conclusion

Les exploitations paysannes de l'ON sont marquées par une forte diversité, qui s'est exprimée malgré un environnement contraignant, et d'une certaine façon en réponse à cet environnement. Les fondements de cette diversité sont anciens, ils remontent à l'installation des colons, réalisée avec un capital de départ très variable. Le réaménagement des parcelles et la libéralisation économique intervenus ces dernières années ont élargi la palette des opportunités et ont ainsi permis de mettre en évidence une diversité d'objectifs au sein d'exploitations apparemment identiques en termes de structure, et ce dans pratiquement tous les grands types d'exploitations. La diversité va donc au-delà des différences de structure d'exploitation (surface, taille de la famille), elle concerne aussi les orientations profondes des systèmes de production et les objectifs poursuivis par les agriculteurs, qui les amènent à mettre en place des stratégies variées.

Cette diversité ne doit pas être perçue comme un handicap pour l'ON, elle peut être un atout pour le développement si elle est acceptée, intégrée, et si des références techniques adaptées lui sont associées. La diversité complique beaucoup les choses si la vulgarisation agricole est perçue en termes de messages techniques uniformes, qui se révèlent alors inopérants. La réorganisation de l'encadrement opérée vers le conseil agricole a montré que des agents habitués à délivrer depuis toujours des messages uniformes et des directives sont capables de changer leur façon de travailler à condition de disposer d'outils adéquats, parmi lesquels la typologie tient une place importante.

Notre travail a débouché sur une caractérisation et une analyse de la diversité des exploitations de l'ON, mais aussi sur une formation des agents du projet à une nouvelle approche des paysans. D'outil de recherche, la typologie a ainsi pu devenir un outil de développement, approprié et utilisé par les conseillers agricoles, avec qui nous avons ensuite progressivement défini des "groupes cibles" pour certains conseils ou certaines expérimentations techniques. Tous les agents ont participé activement à l'élaboration de cet outil, qui leur est devenu familier, et toutes les actions sont maintenant discutées en fonction des "clients" potentiels et de leurs problèmes.

Une expérience plus récente que nous avons menée en Centrafrique (Jamin, 1993) confirme l'intérêt de ce type de méthode dans des conditions très différentes (zone cotonnière en climat soudano-guinéen), mais également marquées par la présence très ancienne d'une société d'encadrement dirigiste et normative.

Remerciements

L'auteur remercie P.M. Bosc et J.P. Tonneau qui ont relu ce texte et suggéré certaines modifications, ainsi que les cadres de l'ON qui ont participé à ce travail.

Références bibliographiques

Bélime E., 1940. *Les travaux du Niger*. Paris, France, Gouvernement général de l'AOF, 220 p.

Bourgeois A., Sebillotte M., 1978. Réflexion sur l'évolution contemporaine des exploitations agricoles. Economie rurale, 126 : 17-28.

Capillon A., 1993. *Typologie des exploitations agricoles, contribution à l'étude régionale des problèmes techniques*. Thèse, INA-PG, Paris, France, 48 p.

Capillon A., Sebillotte M., Thierry J., 1975. *Evolution des exploitations d'une petite région : élaboration d'une méthode d'étude*. Paris, France, CNASEA-GEARA/INA-PG, 56 p.

Doré T., Sebillotte M., 1987. *Manuel didactique pour la construction de typologies fondées sur l'analyse du fonctionnement et de l'histoire des exploitations agricoles*. Paris, France, INA-PG/GEARA, 63 p.

Jamin J.Y., 1993. *Quelques éléments sur le fonctionnement des unités de production paysannes en zone cotonnière de République centrafricaine* (typologie, zonage). Montpellier, CIRAD-SAR, 90 p.

Management of Intrafield Variability in Large-Scale Agriculture: A Farming Systems Perspective

Lowenberg-DeBoer J; Nielsen R; Hawkins S
Purdue University, West Lafayette, Indiana, USA

Abstract

Management of intrafield variability in large-scale agriculture is technically feasible with global positioning systems (GPSs) based on satellites and other recently developed technology. This paper reviews research progress at Purdue University on making this variable-rate technology (VRT) a practical management tool. The paper focuses on the economic importance of intrafield variability, the sensitivity of VRT recommendations to mapping technique, and intrafield yield variability. Data collected in on-farm trials indicate that, even in intensively managed fields, the soil test and yield variability are large. The challenge is to use this data to identify and eventually manage sources of variability. Recommendations for the use of VRT fertilizer based on grid sampling are shown to be very sensitive to mapping techniques. Mapping short cuts that produce maps that do not fit farmers' observations can undermine the credibility of VRT with farmers. Profitable use of this technology is most likely in areas of high soil variability. The potential benefits are cost reduction and reduced environmental loading of agricultural chemicals. A key element in making the technology profitable is the cost of soil sampling.

Résumé

La gestion de la variabilité intraparcelle en agriculture à grande échelle : approche systémique.

La gestion de la variabilité intraparcelle en agriculture à grande échelle est techniquement possible avec un système global de positionnement utilisant des satellites et d'autres technologies récemment développées. Cette communication fait le point sur les recherches menées à l'Université Purdue pour utiliser ces technologies dans la gestion pratique des cultures. La communication cible surtout l'importance économique de la variabilité intraparcelle, la sensibilité des recommandations de fertilisation à la technique de cartographie de la fertilité du sol, et la variabilité des rendements à l'intérieur des parcelles. Des données collectées dans des essais en millieu réel indiquent que la variabilité de la fertilité du sol et des rendements est importante, même dans des champs à gestion intensive. Le défi est d'utiliser ces données pour identifier et éventuellement gérer la variabilité. Les recommandations de doses d'engrais basées sur un système d'échantillonnage par grille sont très sensibles à la technique utilisée pour tracer la carte de fertilité du sol. Certaines approches approximatives donnent des cartes qui ne correspondent pas aux observations des agriculteurs et dont par conséquent ils se méfient. Cette technologie sera plus rentable dans des régions à forte variabilité de la fertilité du sol. Les bénéfices potentiels de cette technologie sont surtout la baisse des coûts de production et la réduction des émissions de produits chimiques dans l'environnement. Un élément clé pour rentabiliser la technologie sera le coût des analyses de sol.

Introduction

In large-scale industrialized agriculture, the economies of scale have pushed farmers to cultivate large areas using standardized techniques. Typically, the management unit is the field, which in the US Midwest might be 50 ha or more. Compared with small-scale agriculture, 'whole-field farming' has proven relatively well adapted to the low capital costs and high labor costs of the US economy, but whole-field farming sometimes leaves substantial areas producing either below potential or with more inputs than necessary. This reduces profits and environmental problems are created when excess fertilizer or pesticides find their way into the water table or adjacent streams and ponds.

Soil scientists have long advocated farming by 'soil type' using existing soil maps to develop input plans, but this has not been put into wide-scale practice. Producers and agricultural chemical suppliers have been reluctant to adopt a soil type approach because of the time and expertise required. With this approach, each field requires a different

sampling scheme, and input application with standard equipment must be individually tailored to the field.

In a systems perspective, some of the problems with whole-field farming occur because information collection and analysis technology did not keep pace with mechanization earlier this century. In fact, the amount of agronomic information used may have declined with mechanization. For example, the farmer who cultivates 1000 ha in 10 fields probably uses less agronomic information than the 10 farmers who may have cultivated that land in 100 fields in 1920. The agronomic information includes soil fertility levels, water holding capacity, organic matter content, weed infestations, and plant populations.

Information technology is catching up. Global position systems (GPSs) based on satellites make it possible to automate on-the-go data collection and changes in input application. New GPS technology has the potential to operate within 1 m accuracy. On-board computers in the fertilizer applicators can read soil fertility maps and spread fertilizer on only those areas that need it. Herbicides can be varied to fit soil organic matter and weed conditions. On-the-go yield monitoring provides feedback for identifying problem areas.

The general objective of research in this area conducted at Purdue University is to determine how best to use this new information-based variable-rate technology (VRT). The long-term goals are to determine the effect of variable-rate phosphate and potash application on crop yield, soil fertility, crop profitability, and the environment. This paper reviews research progress at Purdue and focuses on evidence for economically important intrafield variability, the sensitivity of VRT fertilizer recommendations to mapping technique, and intrafield yield variability.

Methods

Because of technical problems and equipment costs, most research on intrafield variability has been conducted on a relatively small scale on experiment stations. Unfortunately, experiment station research cannot encompass the scale and variability encountered on commercial farms. Recent technological advances have reduced costs and allowed certain innovative suppliers of agricultural chemicals to purchase equipment for variable-rate application. As part of the VRT research program, Purdue University is collaborating with DeKalb Agra, a cooperative in Waterloo, Indiana, USA, to conduct trials in farmer fields and to assess how farmers are changing their operations in response to the new technology.

The farming system in the Waterloo area is based on the intensive production of maize and soybeans, with some farmers producing wheat and vegetables. Swine and poultry are produced in confinement.

In the first year of trials (1993), phosphorus (P) and potassium (K) fertilizer trials were conducted on four farms in fields ranging from 21 to 25 ha. Eight farmer volunteers are participating in 1994.

The fields are divided into three equal plots, and treatments are randomly assigned. The treatments to be tested are:

- (A) Whole field (the management unit is the field). Two samples per field are analyzed and a recommendation is made based on average nutrient levels. Fertilizer is applied at a uniform rate over the entire plot.
- (b) Soil type (the management unit is the soil type). One composite soil sample is analyzed for each soil type. Fertilizer is applied at a uniform rate for the soil type following the recommendations based on the sample.
- (c) Grid (the management unit is a cell). The plot is divided into approximately equal subareas ('cells') of about 1.4 ha. A soil sample is taken from the center of each cell. A recommendation is made based on the soil test, and fertilizer is applied at a uniform rate for each cell.

All other practices are decided by the farmer and are uniform for the entire field.

Yields are measured using an on-the-go yield monitor (Ag Leader, Ames, Iowa, USA). This monitor measures the flow of grain at the top of the grain elevator immediately before the grain enters the harvester grain tank. By combining the monitor with a GPS and a data logger, spatial variability of yields can be recorded.

Data on the overall farming operations of participating farmers are being collected to determine how VRT fits with other aspects of the farm. Informal discussions are held with on-farm trial participants to determine opinions related to VRT.

Results

Complete data are available for three of the four participating farms. The three farmers grew maize and had the yield monitor, GPS, and data logger installed at harvest time. The fourth farmer grew soybeans and harvested before the GPS and the data logger could be installed. Because of the small number of observations, the data will be treated as case studies.

Soil test data indicate substantial variability in the fields (Table 1). Farm 1 shows the greatest variability in both P and K. The range for P is 207 ppm and for K 181 ppm. The highest P and K tests on farm 1 were for an area next to the farmstead that was formerly used as a feedlot. The average soil test ranges are 124 ppm for P and 144 ppm for K.

The soil test categories used by DeKalb-Agra to determine fertilizer recommendations for P are listed in Table 2. The categories for K in terms of K_2O are: 0–40 ppm, very low; 41–75 ppm, low; 76–105 ppm, medium; 106–150 ppm, high; and >150 ppm, very high. For the best maize and soybean production, levels of P and K in the high category are recommended. A maintenance application is recommended for soils testing in the high category. For soils testing in the very high category, some farmers choose to use a maintenance application, but research suggests that yields can be maintained and cost savings achieved by foregoing the maintenance fertilizer and drawing down nutrient levels to the high category.

Using a VRT system, all on-farm trial fields should receive some fertilizer. The maximum test levels in all fields for both P and K are in the very high category. Field 3

Table 1. Intrafield variability of soil tests and yields for three fields, Waterloo, Indiana, USA (1993).

Item	Farm 1	Farm 2	Farm 3
Phosphorus, Bray P1			
number of samples	23	13	10
maximum (ppm)	219	82	139
minimum (ppm)	12	19	41
average (ppm)	41	48	76
standard deviation (ppm)	43	19	29
Potassium			
number of samples	23	13	10
maximum (ppm)	260	270	183
minimum (ppm)	79	110	91
average (ppm)	136	159	127
standard deviation (ppm)	41	47	36
Maize yields[a]			
number of observations	2150	1836	679
maximum (mt/ha)	15.5	25.2	29.9
minimum (mt/ha)	0	0	0
average (mt/ha)	6.2	8.0	6.0
standard deviation (mt/ha)	1.8	2.7	4.9

a. Maize yields were measured on a dry matter basis using an on-the-go yield monitor. Yield statistics were calculated from raw data as recorded by the monitor.

would not need P because all the tests are in the high category. Field 2 would not need K because all the test levels are in the high category. Field 1 has areas that test low in P and medium in K.

The average of all samples for a given field can be used to approximate conventional whole-field analysis, which would consist in either mixing soil from various parts of the field and performing one chemical analysis of this composite sample or in analyzing separately samples from several parts of the field and averaging the test levels. The average test level indicates that all three fields would be in the very high category for P and in the high (fields 1 and 3) or very high (field 3) category for K.

Mapping Technique

The VRT fertilizer recommendation is sensitive to the type of mapping technique used and the assumptions made in mapping (Table 2). Three techniques were compared for mapping based on grid soil samples: (a) direct use of the soil test cells (grid mapping), (b) kriging with a linear semivariogram model, and (c) kriging with a Gaussian semivariogram model. Kriging is a geostatistical interpolation technique used to develop contour maps from sample data points (Isaaks, Srivastava 1989).

A key functional relationship in kriging is the semivarigram which relates the variance to the distance between points. Usually, observations on points nearby are correlated and thus show lower variance than observations on more distant points. The recommended geostatistical practice is to choose the form of the semivariogram to fit the data, but in an effort to facilitate use of mapping by individuals not trained in geostatistics, some software makes standard assumptions about the semivariogram form. For example, Surfer (Golden Software), a mapping program used by some agricultural chemical dealers in 1993, assumes linear semivariograms. The Gaussian functional form is the best of those commonly used for phosphorus in field 1; it is based on the R^2 of a regression of semivariance on distance. For details on how the linear and Gaussian models were estimated see Gamma Design (1991).

Of the three mapping techniques tested on field 1, the grid map provides the largest area testing low and medium in phosphorus soil and, consequently, the highest fertilizer recommendation. The Gaussian model results in the lowest phosphate application for field 1.

In most cases, the difference between estimates obtained using the linear and Gaussian models is due to a shift of one category that occurs because estimated contour lines differ between models. Thus, the difference in fertilizer recommendations for a given point is usually one level. For example, a point classified as medium by kriging with a linear semivariogram model, may be classified as high by kriging with a Gaussian semivariogram model; consequently, the point that would receive 60 kg/ha if a linear model were used, would receive only the maintenance level of 40 kg/ha if a Gaussian model were used.

No contour lines are drawn with a grid mapping system. Grids cut across contour lines and large differences in recommendations for a specific point may occur. Differences of two or three categories compared with kriged maps occur.

Costs

At US$0.46/kg of P_2O_5, the average cost of the recommended amount on field 1 would be: US$24.83/ha for

Table 2. Application of fertilizer recommended according to phosphorous soil test category and mapping technique for farm 1, Waterloo, Indiana, USA (1993).

Soil category	Soil test/Recommendation[a]	Grid (ha)	Kriging linear model[b] (ha)	Kriging Gaussian model[b] (ha)
Very low	0–8 ppm K_2O	0.0	0.0	0.0
Low	9–17 ppm K_2O	4.3	0.9	0.1
Medium	18–26 ppm K_2O	6.2	7.0	5.5
High	27–39 ppm K_2O	7.2	5.7	6.9
Very high	40+ ppm K_2O	3.0	7.1	8.3
Very low	135 kg of P/ha	0 kg/area	0 kg/area	0 kg/area
Low	101 kg of P/ha	438 kg/area	88 kg/area	10 kg/area
Medium	67 kg of P/ha	414 kg/area	472 kg/area	367 kg:area
High	45 kg/ha	321 kg of P/area	256 kg/area	309 kg/area
Very high	0 kg of P/ha	0 kg/area	0 kg/area	0 kg/area
Field total		1173 kg of P/area	816 kg/area	686 kg/area

a. Phosphorus recommendation for a yield goal of 9415 kg/ha. Fertilizer in terms of P_2O_5.
b. Linear and Gaussian semivariogram model estimated with GS+ (Gamma Design 1991).

the grid map, US$18.43/ha for the kriged map using a linear model, and US$15.45/ha for the kriged map using a Gaussian model.

This might be compared with the cost of a whole-field approach. Because the average soil test is in the very high category, the farmer might choose to forego phosphorus fertilizer or might apply a maintenance application at a cost of US$20.70/ha. Compared with uniform maintenance application, the use of VRT and a kriged map on field 1 would result in fertilizer cost savings, and the use of a grid map would result in an increase in fertilizer costs.

The cost of VRT also includes soil testing, mapping, and variable-rate application. Fees vary by area, chemical supplier and soil test laboratory. Soil chemical testing is US$6 to US$18 per sample depending on the type of test. To reduce costs, suppliers offer a system of retesting on a 3- or 4-year cycle, which results in grid soil testing costs of about US$2.50/ha annually. The fee for mapping is in the neighborhood of US$7/ha.

The equipment for VRT spreading is expensive. One spreader with the capacity to change rates for up to six fertilizer types will cost about

US$250 000. To recover costs, fertilizer dealers charge higher fees for VRT spreading. Conventional custom spreading is available at US$10/ha, while VRT spreading fees are US$3 to 8/ha higher.

Spreading by soil type can be achieved with conventional uniform application equipment, but requires a skilled operator who can appraise soil types visually. Soil type application with VRT equipment would increase precision, but incurs the same costs as other VRT spreading techniques.

Yield Monitor Data

The yield monitors produce a wealth of data, but data interpretation is complex because of multiple sources of error, including:

- (a) location error due to the 'selective availability' imposed on satellite signals by US military;
- (b) location error due to combine travel from the time the grain enters the harvester and passes through the threshing mechanism to the time it arrives at the top of the elevator above the grain tank;
- (c) start-up errors at the beginning of a pass through the field or after stopping in mid-field because the flow of grain into the combine has not yet reached the monitor;
- (d) yield measurement error.

Errors due to 'selective availability' can be greatly reduced by calculating a 'differential correction' based on several satellite signals received simultaneously at a fixed, ground station. Differential correction is now in place at DeKalb Agra and should improve yield data for 1994.

Calibration of the yield monitors with a weigh wagon gives errors of less than 2% on strip trials. Yield measurement error for a specific point measurement may be substantially higher.

The yield variability indicated by the monitor data is enormous (Table 1). One of the greatest challenges in managing intrafield variability is involved in linking yield monitor data to agronomic practices in order to explain the sources of this variability. In contrast to the relatively expensive and labor-intensive soil test information, yield monitor data is low cost and requires little labor. In an integrated system of spatial management, it may some day be possible to use yield data to calibrate maintenance fertilizer rates based on nutrients removed, to refine yield goals, and to identify 'hot spots' that are not performing to their potential. Instead of an approach based on uniform grid soil sampling, a more efficient sampling strategy could be devised combining yields and information about soil type to focus sampling on those areas for which the potential value of the information is the highest.

Discussion

The yield variability confirms previous findings on the variability of Indiana soils by Karr (1988) and Mahamane (1993). The existence of areas with low or medium soil tests in fields that have been heavily fertilized for several years, provides supports for the introduction of VRT. Variability in the high and very high categories has little impact on yields and costs.

Variable rate application is only as good as the map used to guide it. The sensitivity of fertilizer recommendations to mapping techniques undermines farmer confidence in VRT. DeKalb Agra changed mapping techniques (from kriged maps using a linear semivariogram model to grid maps) at the beginning of the 1993 crop season. Kriged maps occasionally showed fertility patterns that did not fit the farmer's observations and were not easily explainable from the soil tests.

Initial reactions by farmers indicate that they see variable rate application as a way to increase efficiency on current land, rather than as a way to increase the size of operations. However, by allowing large-scale operations to achieve higher crop production efficiencies, VRT may also help some farmers increase the cultivated area.

Agricultural chemical suppliers see VRT as a new profit center, as a marketing tool, and as a way to respond to environmental criticism of their business. In much of the USA, agricultural chemicals are a mature business and there is relatively little growth in chemical use. Fees generated by VRT services could be a growth opportunity for these suppliers.

Given the cost and complexity of the technology, most farmers in the USA will probably choose to contract for VRT services, rather than to own VRT spreading equipment and to acquire the technical knowledge required to create and interpret field maps. This represents a major change in the way crop production is managed. With custom VRT services, an important part of crop management is given over to an outside contractor. As spatial management capacity grows, it will include not only soil fertility, but also pest management, plant density, variety choice, and most of the other basic elements of crop production. At best, the farmer's role becomes that of coordinator. At worst, the farmer becomes a laborer, implementing the management plans of others.

An important property rights issue is raised if VRT services are provided by an outside firm. Does the detailed

soil and yield information collected and processed by the VRT provider become the property of the VRT firm or of the farmer? Information is power, and if the VRT firm controls the information, will it also eventually control crop production?

Conclusions

The automated management of intrafield variability in large-scale agriculture is in its infancy. Technical problems occur in the accuracy of mapping input recommendations and yields.

The profitable use of this technology is most likely in areas of high soil variability, where areas of low and medium test soils occur within fields. Large increases in yields should not be expected with VRT. It should be seen as a potential cost-cutting tool that may also may help farmers meet environmental regulations.

Because VRT is an information-based technology, the cost of information gathering is important. A key element in VRT profitability is the current cost of soil sampling. Making greater use of low-cost information, such as that provided by yield monitors, could help make VRT practical. On-the-go soil sensors could reduce the cost of soil information.

Acknowledgments

The authors would like to acknowledge the collaboration of DeKalb Agra, Waterloo, Indiana, USA, in this research and, in particular, the work of Monte Weller. In addition, the assistance of Jon Schroeder and Xiao-Long Luo, graduate research assistants, Department of Agricultural Economics, Purdue University, is acknowledged. The opinions expressed are the sole responsibility of the authors.

References

Gamma Design. 1991. Geostatistics for the agronomic and biological sciences. Version 1.1. Plainwell, Michigan, USA: Gamma Design.

Golden Software Inc. 1991. Surfer reference manual. Version 4. Golden, Colorado, USA: Golden Software.

Issaks H Edward, Srivastava RN. 1989. An introduction to applied geostatistics. Oxford, UK: Oxford University Press.

Karr Charles M. 1988. Spatial and temporal variability of soil parameters. Thesis: Agronomy Department, Purdue University, USA.

Mahaman Issaka. 1993. An evaluation of soil chemical properties variation in northern and southern Indiana. Thesis: Department of Agronomy, Purdue University, USA.

Managing Behavior Change in New Zealand Kiwifruit Growers: A Key to Advancing Farm Systems Practice

Paine MS[1]; Townsley RJ[2]

[1]Department of Communication and Innovation Studies, Wageningen University, Hollandweg 1, 6706KN Wageningen, The Netherlands

[2]Department of Agricultural Economics and Business, Massey University, New Zealand

Abstract

This study explores the opportunity to improve a kiwifruit management consultancy by applying belief mapping and learning research methods to an existing service. The situation confronting kiwifruit growers in New Zealand is discussed as an introduction to the consultancy service. Schein's theory is used to structure the consultancy task of change management, before the belief mapping and learning research methods are briefly introduced. Cases of commercial consultancy encounters with growers are documented to investigate the use of belief mapping and learning research in practice. Opportunities to expand consultancy services required identification of previously undisclosed perceptions of the kiwifruit management system and the satisfactory negotiation of strategies to achieve explicit goals. The methods were particularly useful for improving grower and consultant communications. The cases portray growers as self-determined individuals with limited opportunities for change. Schein's theory is revised to account for the social dimensions of change.

Key words

Change, management, beliefs, learning, consultancy.

Résumé

Changement de comportement chez les producteurs de kiwis en Nouvelle-Zélande. Une clé pour le développement des systèmes de production

Cette étude examine les possibilités d'améliorer la qualité des conseils en gestion des plantations de kiwis, en appliquant à un service existant des méthodes de «cartographie des opinions» et de recherche pédagogique. La situation des producteurs de kiwis néo-zélandais est présentée en introduction du service-conseil. La théorie de Schein est utilisée pour structurer la tâche des conseillers, avant d'introduire brièvement les méthodes de «cartographie des opinions» et de recherche pédagogique. Des exemples de rencontres entre des conseillers commerciaux et des exploitants sont présentés, afin de mieux comprendre l'application pratique de la «cartographie des opinions» et de la recherche pédagogique. Pour étendre le service-conseil, il a été nécessaire d'identifier les perceptions non dévoilées du système d'exploitation des plantations de kiwis et de négocier les stratégies à suivre pour la réalisation d'objectifs définis. Les méthodes ont été particulièrement utiles pour améliorer la communication entre les producteurs et les conseillers. Les exemples donnés dépeignent les producteurs comme des personnes individualistes et résolues, très peu portées au changement. La théorie de Schein a été revue pour expliquer les répercussions sociales du changement.

Introduction

An exploratory study was conducted between 1990 and 1991 to determine how behavioral-research methods could contribute to the services consultants offer kiwifruit growers. A contextual backdrop to the study is painted in terms of the circumstances of New Zealand growers and the consultancy services offered to them. A brief overview of the theory used to direct the study precedes our discussion of the research methods.

We will show that an action research schema proved useful to a consultant and to growers who implemented learning research and belief mapping methods. Use of the methods clarified the beliefs and preferences that underpin grower behavior when solving complex problems. Case studies demonstrate how the methods were used in practice. Our experiences identified several possibilities and limitations to using explicit belief mapping methods in commercial consultancy situations. Discussion extends to the identification of opportunities and potential contributions behavioral research can make to farm systems practice. We conclude by proposing several alterations to

popular theories of change management and offer some challenging issues for further inquiry.

Kiwifruit Industry Context

New Zealand's production of kiwifruit increased from approximately 20 000 t in 1982 to just under 200 000 t in 1989 (Crocombe 1990). Europe was the major market for the growth in export volume. Real export receipts only grew five-fold over the same period (based on 1989 $), due to declining product prices. Real grower returns declined sharply through the 1980s from a high of $21/tray (3.6 kg) in 1982, to a low of $5/tray in 1988.

A study of orchards in the Bay of Plenty, New Zealand, suggested the declining returns could result in approximately 650 of the region's orchards (28%) becoming nonviable if growers did not change their current production systems (Cloughley 1989). Growers responded to declining profitability by directing production efforts to achieve high-quality output while lowering production costs. Marketing efforts focused on exerting more control over distribution costs and differentiating product through quality standards, service, and reliability (Crocombe 1990).

Study Context

This study was located in the western Bay of Plenty, New Zealand, an area responsible for 60% of New Zealand's kiwifruit production (New Zealand Kiwifruit Marketing Board 1991). This district experiences a maritime climate and possesses deep volcanic soils suitable for temperate and subtropical fruit production.

At the time of the study, growers were under economic pressure to improve the profitability of their orchards using technologies that exert more control over production processes. Changes in postharvest and marketing sectors of the industry required growers to understand their management systems better. Growers confronted demanding quality criteria whereby approximately 80% of the harvest was accepted for export. Near the commencement of the study more restrictive criteria were introduced, which reduced export yields to approximately 70% of the harvested crop. Furthermore, a new storage loss policy resulted in more grower responsibility for fruit quality beyond the packhouse. Accompanying this increased grower responsibility, was an opportunity for clients to profit from self-determined orchard performance through the adoption of more effective management procedures.

The perennial nature of kiwifruit vines complicates plans to optimize orchard performance. Vine management decisions made in one season can influence production over several subsequent seasons. The duration of a decision's impact on orchard performance can be influenced by changes in political, market, and production conditions over subsequent years. We limit our discussion of the orchard performance sought by growers to the outcomes of vine responses to management, modified by the prevailing production and market conditions. Our discussion excludes contributions from off-farm investments to orchard profitability.

Consultancy Services

Consultancy services developed in response to demands from growers for support to improve orchard performance (Ferguson, Bollard 1990). A total of 46 full-time and part-time consultants offered services to 2500 growers in the Bay of Plenty (Lees 1992). Ministry of Agriculture and Fisheries (MAF) consultants were the largest Bay of Plenty consultancy team, with six consultants intensively servicing 51 kiwifruit managers (Paine 1991). Ministry of Agriculture and Fisheries services required consultants to develop relationships with the growers to construct collaboratively orchard systems designed to growers' specific requirements. The service relied on the adaptation of grower-, consultant-, and research-generated information to support grower decision making. Consultants elicited the client's vision of the orchard through discussion to stimulate dialogue about the orchard's current performance, the client's orchard aspirations, and the consultant's assessment of the orchard's capabilities to satisfy the grower's aspirations.

Clients often possessed several simultaneous needs. For example, a client may have a problem regulating croploads on his orchard. He therefore needs to know the relationship between fruit numbers and fruit size, and how the relationship alters with alternative pruning, thinning, pollination, irrigation, nutrition, and plant-protection practices. Consultants may be capable of providing the required technical information yet fail to address personal needs such as client confidence to adopt alternative practices. Furthermore, these alternative practices may involve working at a time when the family previously went on holiday, or demand a higher standard of instruction and staff supervision. The situation is further complicated when clients have difficulty expressing their needs. What a client expresses as a technical problem, may also involve undisclosed economic, personal, and family dimensions.

Consultants reviewed their services using a joint-visit approach, with one consultant observing and providing feedback to the consultant under review. A recurring theme from the reviews was the need to determine the changes in clients' thinking due to service experiences. Consultant knowledge of the concepts clients use to interpret the performance of their management systems was considered a useful input to efforts aimed at improving service features (Paine 1990).

An Overview of Behavior Change Theory

Schein (1980) developed a cyclic model of change management processes involving client and consultant relationships. Change management is portrayed as the regulation of unfreezing, changing, and refreezing phases in the change process. Individuals are prepared for change (unfreezing) when it is revealed their actions disconfirm their current beliefs, thereby creating anxiety and a desire to change (Festinger 1957). Change is a learning process involving identification with a role model and self-motivated searches for information relevant to the anxiety. Schein stresses that change is not complete until individuals

consider that their new behavior is integrated into their typical behavioral repertoire. Refreezing is complete when the new behavior is confirmed as typical of the individual by others important to the individual.

Beliefs

Social psychologists offer some explanation of behavior change in individuals, but "controversy still exists over the choice and nature of even central explanatory variables in the attitude behaviour literature" (McPhee, Cushman 1980). We think of beliefs as cognitive links that individuals construct between objects to make sense of their world. For example, a person may believe that a given behavior will lead to certain outcomes (eg, applying fertilizer will increase the rate of fruit sizing). Attitudes are a particular class of beliefs, being "relatively stable and enduring predispositions to behave and react in certain ways towards objects" (Chaplin 1975). Attitudes typically imply a tendency to classify responses in positive or negative terms.

Learning research

Learning has been identified as an important determinant of farm performance (Jamieson, Lau 1982). We view learning as "the process whereby knowledge is created through the transformation of experience" (Kolb 1984). Learning as a transformation process involves the continuous creation and recreation of knowledge, not the acquisition of an independent entity. Kolb models learning as a tension-filled process of grasping information (either by experience or theoretical constructions) and transforming information into the individual's unique knowledge repertoire (either by contemplating or actively experimenting with information). Growers construct knowledge by selecting and combining their various learning modes to grasp and transform farming experiences.

Case Studies

We have used case studies to examine in detail several events we believe exhibit the properties of Schein's change management theory. The inferences drawn from the studies have been derived from exploratory analyses, rather than the representativeness of the events (Mitchell 1983). In particular, we concentrate on assembling sufficient information about interactions between kiwifruit growers and consultants to investigate the role of behavioral research in change management practice.

Procedures Common to all Cases

A consultant conducted unstructured interviews with 10 growers to elicit common concepts used when managing kiwifruit systems. The same growers completed a subsequent structured interview that required growers to represent relationships, perceived to exist between concepts, on a distance scale. The resulting distance matrix of concept pairings enabled beliefs to be modelled using multi-dimensional space (Woolfel, Fink 1980). The model generated 'maps' of beliefs using principal components to portray the best separation of concepts in two dimensions (Paine 1992). Maps were scaled and rotated to compare between individuals, groups, and time periods (see Figure 1).

Maps are read by observing the convergence of a concept (belief strengthens) or the divergence of a concept (belief weakens) over time. The consultant and grower derive discussion cues by overlaying maps and observing the arrangement and alignment between concepts. Unique management strategies evolved for each orchard as the grower and consultant relationship observed and discussed the implications for systems management arising from the two-dimensional representations (belief maps) of concept relationships. Lewin's (1980) general action research schema was used to direct participatory assessment of the methods (Figure 2).

Three concept classes were identified using unstructured interviews: management (including the management of finances, systems, decisions, tasks, and the use of consultants); personal (including knowledge building and job satisfaction); and uncontrollable factors (weather risks). Growers commented on the difficulty of making pair comparisons during the structured interviews, in particular, the task of measuring distances between concepts, when all concepts were considered important to kiwifruit management. Pair comparisons were checked to ensure they expressed grower thinking.

Growers completed Kolb's learning style inventory (LSI) during the structured interview (Kolb 1984). The LSI is a 12-item self-descriptive questionnaire requiring growers to rank order their preferred learning modes. Growers tended to express doubts about their ranking orders when they pondered a particular question for too long. The LSI was usually completed within 10 minutes. Rankings make no assessment of learning levels, which are determined typically through examinations.

Growers expressed an interest in the findings of the learning study by requesting comparative rankings with other growers and the consultant to assess how typical they were within the group. The act of completing the LSI caused growers to consider themselves as learners (I am a learner) within their managerial roles (typically, I am a farmer). Learning styles and belief maps were used to set objectives in terms of property management and personal deve-

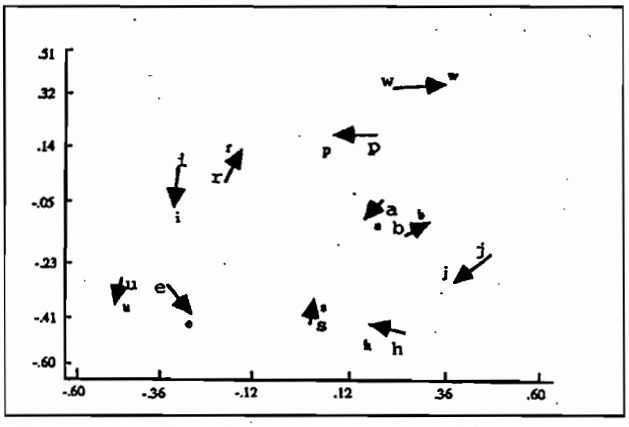


Figure 1. *A belief map indicating changes in beliefs over time. s, Self; w, weather; h, job satisfaction; u, knowledge; e, consultants; i, monitoring; r, decision making; b, whole farm/systems approach; j, task performance; p, financial management; and a, act (long-term profitable kiwifruit production).*

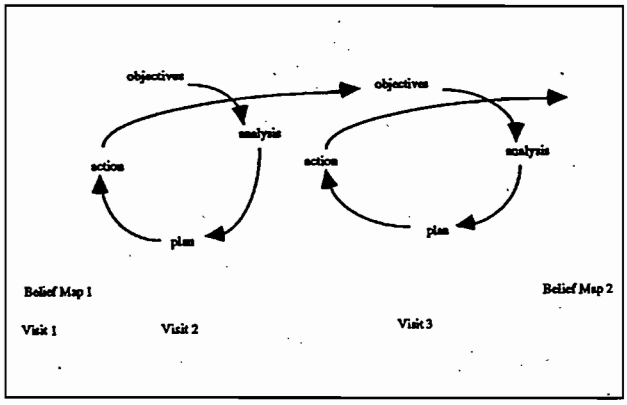


Figure 2. The action research schema used with growers.

lopment. Action research steps of objective setting, analysis, planning, and implementing plans were undertaken using the data during three visits by the change agent to each target client.

Case Studies

We now discuss two cases to determine the usefulness of belief mapping and learning research to consultancy practice, and use Schein's change management theory to guide our interpretations. The first case involves the negotiation of a farm strategy. The second case describes an expanding role for the consultant in planning tasks performed by growers.

The case of the farm strategy negotiation

Our grower ('Joe') is an owner/manager of a large orchard, packhouse, and coolstore complex. Joe is a significant personality in grower politics. He possesses over 25 years of experience in the production of kiwifruit and enjoys debating the technical intricacies of vine management with professionally trained individuals. His business has experienced a 10-fold increase in turnover in the past 5 years. Furthermore, his role in grower politics has reduced the time he can spend on business activities. A consultancy contract (approximately US$5000/year) commenced 2 years before the study to provide the grower with technical advice, laboratory services, and assistance with reorganization of the firm's financial planning system. Regular evaluation of the service indicated that Joe was pleased with the consultancy relationship and considered it an important component of his farm-management program.

Joe was enthusiastic about the study because it was exploring his perspectives about his business. He described himself as a theoretical learner who preferred to sort information logically by conceptualizing and reflecting on problems before taking action. Discussions of his learning preferences revealed Joe's initial interest in his personal development as a manager (cf, development of his orchard business). To understand the implications of his interests in personal development we needed to study his belief maps. Joe wanted to enjoy his work and learn about the management of kiwifruit by systematically observing his orchard and debating with consultants. As these features of Joe's belief maps were discussed, he revealed his concerns for the future success of the business. Joe reflected on his children's role in and contribution to the business. The firm had expanded with no clear successor to Joe evident among the children. Joe was personally secure in his perspectives of kiwifruit management, but was anxious about the future of the business. Interactions using Joe's belief maps identified an opportunity to unfreeze Joe and attack a strategic issue (management succession) confronting his business.

To instigate change (the second phase in Schein's theory) a personal development objective for Joe was negotiated. Building on his learning preference to sort information logically it seemed consistent to target the organization of information as a means of delegating some of the firm's decision making tasks to the children. As a consequence of this objective, the consultant expected Joe to adopt a more holistic and self-determined perspective on his business. Joe's task was to reflect on the children's personal aspirations and assess possibilities for aligning these with the needs of the firm.

After three consultancy visits (3 months) Joe had adopted a more holistic perspective of the firm, but perceived no change in his level of self-determination. Furthermore, the belief map indicated that Joe considered that his observations and interactions with the consultant were less important to the management of his firm. Discussions revealed that Joe considered that the service was becoming preoccupied with behavioral-research methods and was losing sight of the purpose for adopting the methods. The consultant was considered to have become more estranged from aspects of the firm's planning process than would have occurred under conventional consultancy practices. The belief map enabled Joe and the consultant to identify and discuss what 'refreezing' had occurred. They concluded that behavioral research may be a two-edged sword in the hands of consultants possessing limited experience in the techniques.

The case of the changing relationship between grower and consultant

In our second case, the grower ('Fred') is in his early 70s and is a recent entrant to the kiwifruit industry, having previously developed a substantial engineering company. Fred prefers to put theories into practice when learning. He often displays original thinking when solving problems such as the drainage of wet lands or establishment of new crops. The orchard was originally established as a tax haven for wealthy city investors. A change in tax legislation eliminated the benefits for investors and the partners sold their interest in the orchard to Fred whose commitment to the property had grown while that of the other partners had waned. The orchard represents a hard working 'honest' lifestyle to Fred. He describes himself as an engineer, so employs an orchard manager and a permanent worker to oversee the technical management of the property. The orchard's financial management was Fred's domain and he kept it confidential from his employees.

A consultancy contract had been established with the orchard manager two years before the study and a substantially improved yield (80%) had been achieved by

altering the vine management program. The consultancy only addressed the technical aspects of orchard management.

Fred was initially indifferent to participating in the study—"if it was of some use to the consultant he would do it." Orchard management implications were discussed using Fred's belief map. He was not predisposed to thinking of himself as a learner. Fred was never happier than when he was out in the field laboring away clearing a bank or pruning vines—tasks where changes in the physical state of the orchard provided evidence of progress. Consequently, orchard management (cf, personal development) objectives were set to improve the targeting of orchard performance milestones. The consultant expected Fred to develop stronger attitudes towards financial management over the course of the study.

Consultancy services were expanded to include the preparation of cashflow budgets and a review of the strategic plan over the next 3 years for the property. Evening meetings with the client and his partner (excluding orchard staff) discussed alternative development policies for the property. Confidentiality of financial information was important to the client. The consultant had considered financial planning to be an essential dimension to the management of the orchard, yet was unsure why Fred had not sought dialogue on these issues earlier. Confidentiality and a belief that cost control was being achieved using the partner's manual system had limited earlier orchard planning discussions to more short-term technical discussions. The unfreezing of Fred had been a process of inquiry—he was not dependent on an experience of anxiety to prepare him for change. Involvement of the consultant in the orchard's financial planning allowed discussions to reflect on the orchard's performance using comparative analyses.

At the conclusion of the study, Fred was more confident in his role within the orchard management system and considered he had more control of his orchard's physical (export yield) performance. However, orchard profitability was perceived to be a less controllable output over the study, as product prices for export kiwifruit were less than anticipated for the second consecutive season.

Fred did not alter his thinking according to the consultant's prediction, rather he reviewed his thinking of kiwifruit management by making conceptual links between his decision making and dialogue with the consultant in the context of a systems (holistic) framework. Fred and the consultant became part of an evolving change process requiring mutual support to develop more self-determination of the orchard performance. The collaborative development of new methods for financial management and decision making encouraged an evolutionary expansion of the relationship between Fred and the consultant, rather than the 'refreezing' of a fixed state of change.

Change Management Revisited

Our cases indicate that the use of belief maps and observations of learning preferences can create opportunities for consultants to build participative services with their grower clients. These opportunities arise from the capability to identify and monitor cognitive change in relation to the observed behavior change. Our growers were sensitized to the learning context (by identifying their learning preferences) and the belief maps provided a platform for growers to express their thoughts. Consequently, the client and consultant relationship was capable of exploring further the grower's reasoning responsible for particular beliefs about their kiwifruit management.

In Fred's case he did not have to conceive of himself as a learner to make use of the methods. However, consultants ought to consider individual differences in the time required to experiment with behavior change methods. Use of the methods depends on sensitive dialogue grounded in respect and trust between the client and the consultant. The relationships used in the cases possessed this type of dialogue before the methods were introduced. Joe's case alluded to the problem of learning to use the methods, to improve the learning involved in the grower's management system (a meta-learning task).

Schein's theory of change provided some assistance with understanding the complexity of change in a consultancy environment. The theory was inadequate for exploring the dynamics of change—particularly the simultaneous change of relationships and environment. Joe's case illustrated change as a social process, involving relationships with other actors (the children) who provide opportunities and limitations to achieving the desirable changes sought by the client. From a social and existential perspective, we consider people to have limited and continuous opportunity for change. The notion of 'refreezing' implies a fixed state after a change experience.

We conclude with Schein that learning is an essential component of change, but do not limit ourselves to a 'training' model of learning (ie, using a role model and performing information searches). Joe was very 'aware' of himself as a learner, yet Fred saw no need to reflect on the learning dimensions of his management. The individuality of the learning process led us to emphasize the cognitive processes of learning, rather than behavioral learning tasks like training. Our final criticism of Schein's theory is that he has not accounted for the tensions experienced by clients (and consultants!) when making decisions using incomplete or uncertain information (Janis, Mann 1977). Joe had incomplete information about the aspirations and management potential of his children. Fred's improved self-determination for the orchard performance was still influenced by his experiences of incomplete political (changes in tax legislation) and economic (low product prices) information.

We propose an alternative model of change management that accommodates social and existential perspectives (Figure 3).

Change can be observed in the decisions and actions of clients. Furthermore, we contend that change can be observed in terms of the learning opportunities and beliefs that clients construct for themselves. Some relationship exists between the learning process (operating on learning

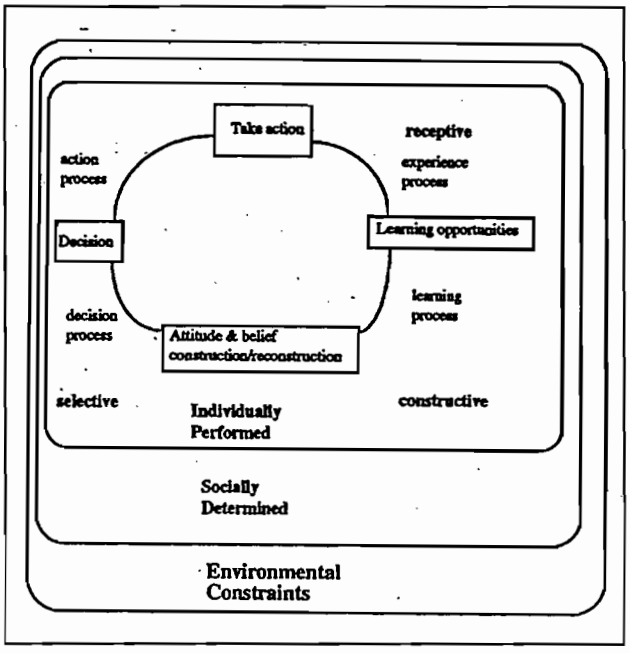


Figure 3. Representation of behavior change.

opportunities) and belief construction. Learning and decision processes of clients are performed in a world of social relations that influence the rate and scale of change. The physical, economic, and political climates set the ultimate boundaries on opportunities for change.

To manage change, the client and consultant relationship aligns beliefs and actions through intentional learning processes. We consider this model to be a positive representation of clients, who have a responsibility to grasp and expand the limited opportunities presented by their farming systems.

We have constrained our analyses to individual growers, yet refer throughout the paper to the relationship between the client and consultant. Consultancy contracts represent one of the grower's many social relationships. Our analyses of individual growers need to be complimented by studies of the social world within which growers operate. Social exchange theory could be used in studies of change management to expand our understanding of how other actors influence client and consultant relationships (Homans 1961; Blau 1967; Scott 1991).

Acknowledgements

We thank the growers and members of the MAF consultancy service who participated in this study.

References

Blau PM. 1967. Exchange and power in social life. New York, USA: John WileyWliey and Sons.

Chaplin JP. 1975. Dictionary of psychology. New York, USA: Dell Publishing Company.

Cloughley BA. 1989. Grower responses to lower kiwifruit payouts. Tauranga, New Zealand: Ministry of Agriculture and Fisheries (MAF) Technology.

Crocombe GT. 1990. Upgrading the competitive advantage of New Zealand. Presentation to the New Zealand Kiwifruit Industry, 3 September 1990.

Ferguson AR, Bollard EG. 1990. Domestication of the kiwifruit. Pages 165–246 *in* Kiwifruit science and management (Warrington IJ, Weston GC, eds.). New Zealand: Ray Richards Publishing Company NZSHSNSSHS.

Festinger L. 1957. A theory of cognitive dissonance. Stanford, Montana, USA: Stanford University.

Homans GC. 1961. Social behaviorbehaviour. London, UK: Routledge and Kegan Paul.

Jamieson DT, Lau LJ. 1982. Farmer education and farm efficiency. Published for the World Bank, Baltimore, USA: John Hopkins University Press.

Janis I, Mann L. 1977. Decision making. New York, USA: Free Press.

Kolb D. 1984. Experiential learning. Englewood Cliffs, New Jersey, USA: Prentice-Hall.

Lees N. 1992. A review of the kiwifruit industry. Hamilton, New Zealand: Ministry of Agriculture and Fisheries (MAF) Policy.

Lewin M. 1980. Understanding psychological research—the student researchers handbook. Robert Krierger Publishing Company.

McPhee RD, Cushman DP. 1980. Attitudes, behaviours and messages: an introductory overview. *In* Message-attitude-behaviour relationship, theory, methodology and applications (McPhee RD, Cushman DP, eds.). New York, USA: Academic Press Incorporated.

Mitchell JC. 1983. Case and situational analysis. Sociological Review 31:187–211.

New Zealand Kiwifruit Marketing Board. 1991. Annual Report. New Zealand Kiwifruit Marketing Board.

Paine MS. 1990. Predicting farmer response to policy. *In* Proceedings of recent developments in economic analysis and methodology in agricultural economics in New Zealand (Johnson RWM, ed.). Wellington, New Zealand: Rural Policy Unit, Ministry of Agriculture and Fisheries (MAF) Policy.

Paine MS. 1991. Research implications arising from the use of a management system supporting kiwifruit producers. Proceedings of the second international symposium on kiwifruit, Massey University, Palmerston North, New Zealand. Acta Horticulturae 297:459–466.

Paine MS. 1992. Use of Galileo methodology for extension evaluation. Ministry of Agriculture and Fisheries (MAF) Policy Technical Paper 92/2. Hamilton, New Zealand: MAF Policy.

Schein EH. 1980. Organisational psychology, 3rd edn. Pages 243–247. Englewood Cliffs, New Jersey, USA: Prentice-Hall.

Scott J. 1991. Social network analysis—a handbook. London, UK: Sage Publications.

Woolfel J, Fink EL. 1980. The measurement of communication processes—Galileo theory and method. New York, USA: Academic Press.

562 Fonds Documentaire IRD
Cote : A* 10745 Ex : 2

Typology of Asparagus Producers for a Comprehensive Approach to Differentiation of Cultivation Practices in Central Thailand

Castella, Jean-Christophe[1]; Saridnirun, Pramote[2]; Naritoom, Chacharee[3]; Trébuil, Guy[4]

[1]ORSTOM, Département Milieux et activités agricoles, 2051 avenue du Val de Montferrand, Montpellier, France ou DORAS Project, Kasetsart University, Nakhon Pathom 73140, Thailand

[2]Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand

[3]The National Agricultural Extension and Training Centre, Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand

[4]CIRAD-CA, BP 5035, 34052 Montpellier cedex 1, France ou APPA Division-IRRI, PO Box 933, Manila 1099, Philippines

Abstract

The process of diversification, including adaptation by farmers to management of new crops, was studied by monitoring the introduction of green asparagus production in a district located in Nakhon Pathom province, Thailand. A farm survey was carried out in 1990, just one year after the organization of an asparagus producers' group. Its aim was to study differences in cultivation practices, preliminary agronomic and economic results, and farmers' needs for technical references related to each type of agricultural production system (APS). Three main types of APS were identified according to their constraints and potential for green asparagus production. A wide range of technical itineraries and their variations were observed, depending on individual crop management strategies. These differences underline the unsuitability of any normative, standard "package" advice and the importance of a well-targeted technical message. A systems approach is a key tool for identifying research topics that are relevant to farmers' circumstances and needs, specially in a context of rapid transformation of the cropping systems.

Key words

Asparagus, cropping systems, cultivation practices, typology, Thailand.

Résumé

Typologie des producteurs d'asperge pour comprendre la différentiation des pratiques culturales en Thaïlande centrale

Le processus de diversification, y compris l'adaptation technique des agriculteurs à de nouvelles productions, a été étudié grâce au suivi de l'introduction de l'asperge verte dans un district de la province de Nakhon Pathom, au centre de la Thaïlande. Une enquête a été conduite en 1990, un an seulement après la formation d'un groupement de producteurs d'asperge. Son objectif était d'évaluer le niveau de différentiation des pratiques culturales, les premiers résultats agronomiques et économiques et les besoins des paysans en références techniques, en relation avec le fontionnement de chaque système de production agricole (SPA). Trois principaux types de SPA ont été identifiés, qui diffèrent par les avantages et les contraintes qu'ils présentent pour la production d'asperge verte. La large gamme de variation caractérisant les itinéraires techniques observés est interprétée comme une conséquence des stratégies mises en œuvre par les agriculteurs pour la conduite des aspergeraies. La multiplicité des pratiques culturales impose donc un message technique adapté aux caractéristiques de chaque type de SPA. De plus, l'approche système est un outil indispensable pour l'élaboration de thèmes de recherche et la mise au point de références techniques adaptées aux conditions de production et aux besoins des différents types d'exploitations, tout particulièrement dans un contexte de transformation rapide des systèmes de culture.

Introduction

As the comparative advantages of Thai agriculture are steadily declining owing to rising production costs in a context of rapid industrialization, crop diversification is one of the main issues faced by farmers and government agencies. This need for change is particularly relevant to the central irrigated plain of Thailand where small farmers tend to intensify their production systems. Most of those who have not chosen the off-farm wage-earning alternatives are now looking for labor-intensive crops that can occupy the entire family-based laborforce and provide an acceptable income for the household. Although rice and sugarcane are still widely grown, they provide only a modest proportion of small farmers' agricultural income compared with fruit and vegetables.

Asparagus was introduced in cropping systems of Thailand's central region in 1986 by Kasetsart University after several years of on-station trials. As marketing companies have contracts with farmers' organizations,

Fonds Documentaire IRD 010050208

green asparagus benefits from a multiannual price guaranty system that makes it more attractive than other traditional vegetables such as onion, coriander, Chinese cabbage, and chili. Green asparagus also has the advantage of improving the regularity of labor requirements in an area faced with scarcity of temporary hired labor during peak periods. In such conditions, green asparagus production expanded rapidly between 1989 and 1991 (Figure 1).

Wide diversity was observed in the asparagus-based agricultural production systems, which range from very small familyholdings to large landowners using mainly wage-earning labor. The resulting high heterogeneity among

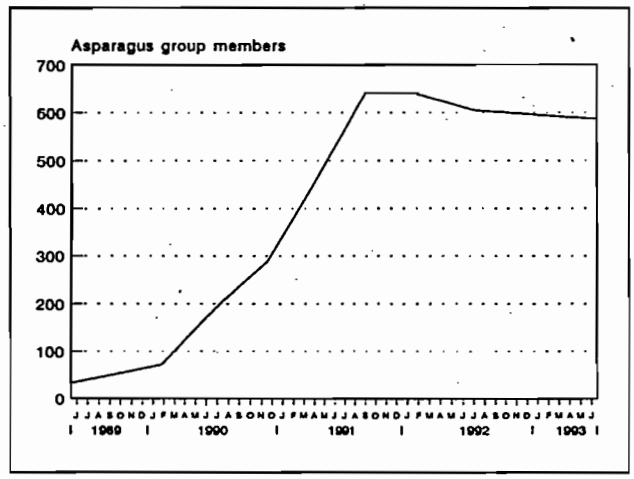


Figure 1. Evolution of the number of green asparagus growers; Thung Kwang producer group (1989-1993).

asparagus growers reveals wide differences in cultivation practices and final output, although all farmers were advised in the same way by extension services. Their decision making process depends on specific objectives, constraints, and potential of the selected agricultural production system (APS).

Consequently, any technical assessment or advice should not only consider agronomic feasibility but must also include an understanding of the APS. Preliminary on-farm research reveals as many situations as the different APS. To overcome this problem, a limited number of key APS with similar patterns and objectives were identified, so that technical advice could be appropriately targeted at a regional level (Capillon 1986).

Material and Methods

A farm survey was carried out in 1990, just one year after the organization of an asparagus producers' group. Its aim was to study differences in cultivation practices, preliminary agronomic and economic results, and farmers' needs for technical references related to each type of APS.

Sampling

The sample of surveyed APS was determined from a previous global APS typology study that was carried out in the same area (Naritoom et al 1990). The earlier study aimed at a general understanding of the APS: natural and technical environment, production means, history, and objectives. It was conducted at the same time as the introduction of green asparagus in the local cropping system and thus provided information about the transformation linked to the adoption of the new crop. This information on the main characteristics of APS was useful for a more detailed analysis of asparagus-based cropping systems. The initial sample of the 1990 farm survey was selected from farms studied in 1989 that adopted asparagus.

The second criterion for the sample aimed at maximum diversity of the asparagus-based cropping systems. Priority was given to the analysis of a wide range of cultivation practices rather than a representative sample of regional situations. This approach allowed an understanding of the differences between technical itineraries, in relation to the specific constraints and potential of each type of APS. It also enable the identification of a hierarchy of limiting factors, which could be alleviated through research. In the next stage the preliminary sample was examined to verify the extent to which it was representative of the regional diversity of agrarian systems. The second sampling reduced the sample size to 10 APS.

Data Collection Method

A semistructured guideline, based on open questions, was designed and tested to adapt it to the specific features of the local cropping system. Each green asparagus plot was surveyed for a 1-year period following transplantation. Data were collected on:

- —plot characteristics and environmental conditions;
- – laborforce availability and work schedule for different farm activities;
- – equipment (purchase price and date, nature of use);
- – transformation of the cropping system due to introduction of asparagus;
- – farmers' short- and long-term objectives.

The following data were recorded for each plot and operation: operation date or frequency, labor requirement, working time, equipment, environmental conditions during the operation, reasons of the practice, and expected results. Data gathering was not limited to recording of farmers' remarks, even if this is often the only way to obtain information in a survey. Yield variability was analyzed to identify and rank the limiting factors, and to link them to farmers' cultivation practices.

Results and Discussion

The typology was based on the agrotechnical and socio-economic factors that characterize each type of APS.

Environmental Conditions

Agroecological potential for green asparagus production

The main features of the natural environment are described in Srijantr et al (1990). Two main land types were identified in the area, based on topography and soil charac-

teristics (Table 1). Cropping patterns and technical itineraries in these APS were related to land characteristics.

Table 1. Main soil characteristics in the Kamphaengsaen district, Nakhon Pathom province, Thailand.

	Upland	Lowland
Soil characteristics	Loam to silty clay loam texture Well drained	Silty clay loam to clayey texture Somewhat poorly drained
Land use	Sugarcane plantations; vegetable, fruit, or field crops, settlement site	Pregerminated broadcast or transplanted (less frequent) rice
Agronomic constraints	Soil prone to crusting (high silt content)	Poor drainage
Problems	Saline and sodic soils in transitional area	

Introduction of asparagus involved selection of suitable land or land development work before seedling transplantation.

- On upland loamy soils of the irrigated low terraces (90% of area planted to asparagus), environmental conditions were usually homogeneous for the different APS and offered good potential for green asparagus.
- On lower paddy soils, two main practices were observed:
  - the first practice involved the same management as on upland loamy soil (plantation on ridges after leveling). But daily yields in this case were so low (12 kg/ha) that farmers stopped production in these plots. Adverse soil-water relations due to a high water table were the main limiting factor.
  - Chinese ridges, wide rows separated by small permanently flooded drains, were used for irrigation (sprinkling boat) and drainage. They lower the depth of water table and improve drainage of the upper horizons. However, yields were still lower than on loamy soil. But Chinese ridges offer the only way to produce asparagus on heavy clayey soil in the region. The earlier practice had completely disappeared within a year.
- Another solution was to add about 30 cm of loamy soil to raise land level and improve soil characteristics. This artificial transformation of the land creates environmental conditions similar to those of upland plots which are more suitable for green asparagus production. Such an investment is justified by the high economic value of the crop and reasonable cost of transporting locally available top soil.

Land characteristics were an important factor because they determine the type of land development required before cultivation of asparagus, or they may represent a real obstacle for adoption of the crop.

The two main cropping seasons are determined by temperature and rainfall changes during the year: a dry, cool season from November to February (average monthly temperature or AMT = 25°C) and a hot season from March to October (AMT = 30°C). In these conditions, green asparagus benefits from year-round production. The first harvest takes place as early as 5–6 months after transplanting 4- to 6-month seedlings. The best quality is obtained during the cool season. Rapid growth rates increase the percentage of outspect yield when temperature rises.

Heavy monsoon rainfall from May to October is the main form of precipitation. Average annual rainfall in the study area is 1100 mm (Figure 2a). Irrigation water (canal and artesian wells) compensates for the rainfall deficit between November and April. In such a biophysical environment, spear harvest can be staggered over 8 months in a year.

Socioeconomic potential for asparagus production in the study area

Regional economic development characterized by a good road network for easy access to Bangkok and its airport and port is an important local comparative advantage for exporting vegetables such as green asparagus. The rapid development of agroindustries in the western part of the

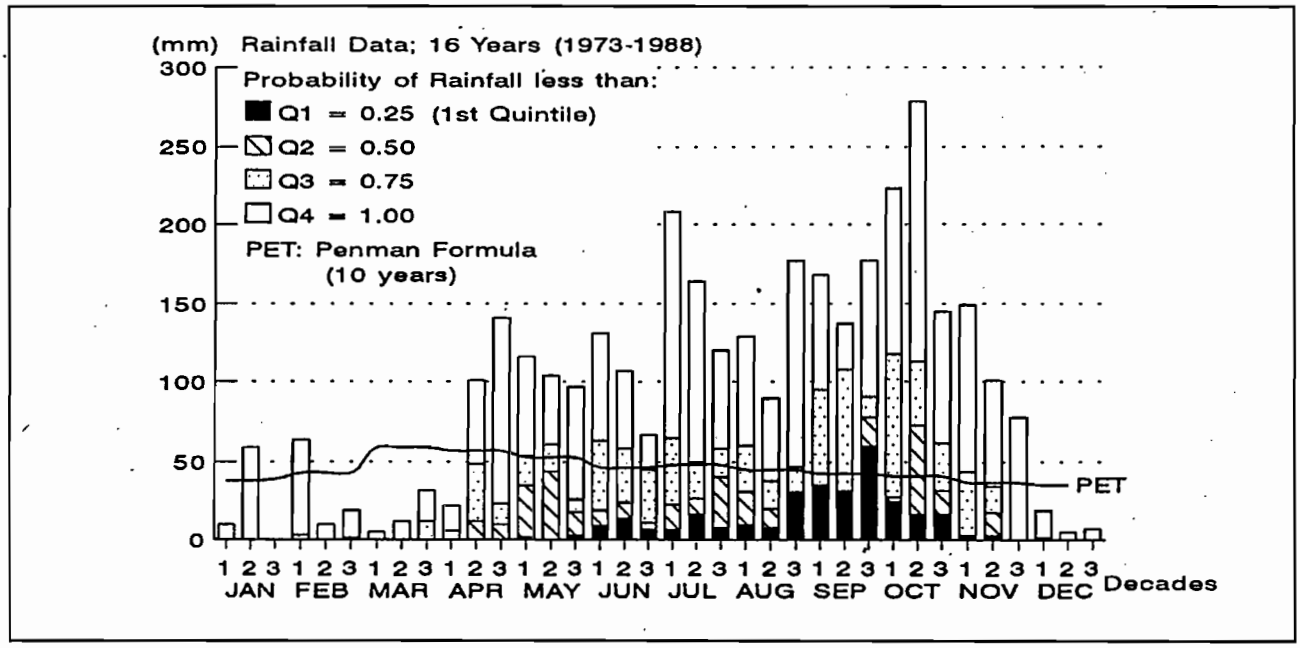


Figure 2a. Frequential climatic Analysis; Kamphaengsean District, Nakhon Pathom Province.

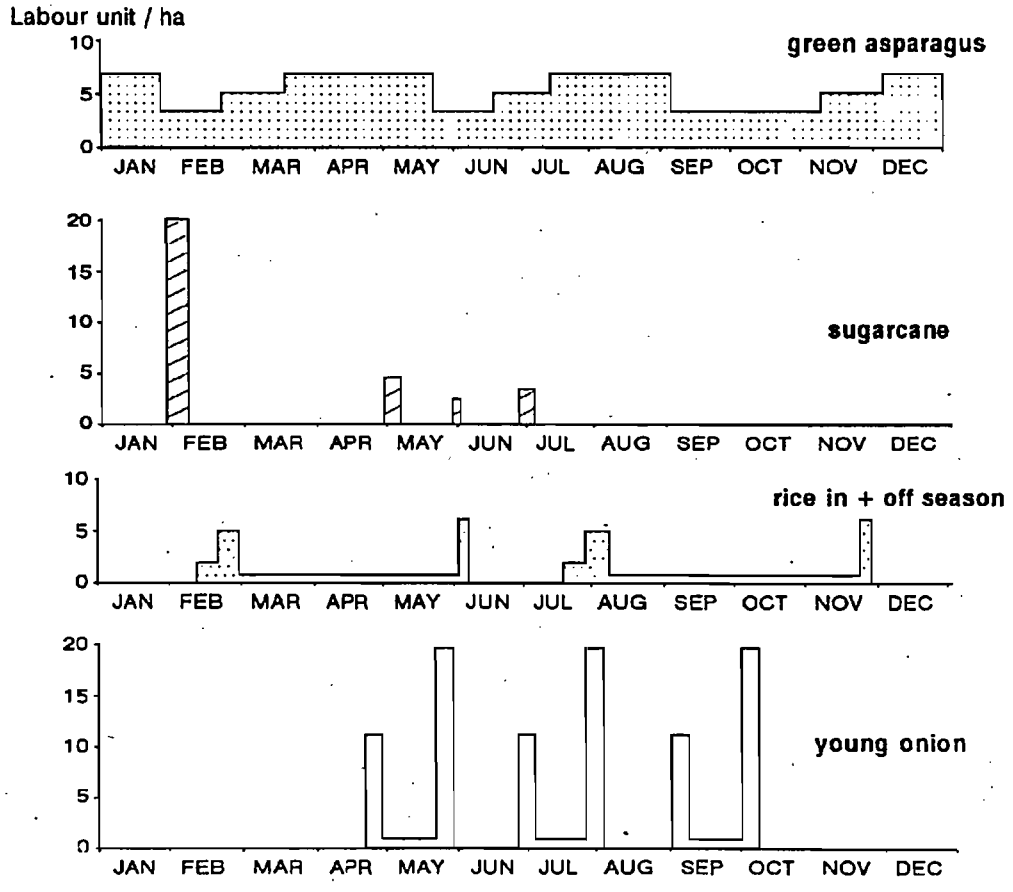


Figure 2b. *Cropping calendar of the main productions in Kamphaengsaen district.*

central plain has integrated local farmers in new commercial systems as they shift from traditional vegetables, sugarcane, and livestock to export crops and integrated farming systems with swine or poultry. They benefit from efficient networks for distribution of farm inputs and marketing of their products.

In the study area is a category of experienced, traditional vegetable growers—mostly of Chinese origin—who can afford to take risks such as growing a new crop. Most of the green asparagus producer group committee members have a strong bargaining power vis-à-vis the marketing companies. The support of this efficient farmer organization has largely contributed to the successful spread of asparagus production in the area (Naritoom et al 1991).

Consequences of the Introduction of Asparagus in the Local Agrarian System

Improved economic results

The farm survey conducted among 10 APS showed satisfactory economic results in 9 out of 10 cases of asparagus production (Table 2). In several situations, labor productivity (annual value added/worker) and family income (value added–hired labor cost–interests–taxes–other social costs) reached high levels. The only failure recorded was due to inappropriate choice of land and poor maintenance of the crop during the first year.

The best economic results (farm B) were obtained with limited fixed costs—without investment in expensive equipment and a reasonable level of inputs (US$2500 –3800/ha) during the first year. Seedlings and fertilizers each represented only one-third of total cost.

An important reason for the success of green asparagus in the Kamphaengsaen area was that its adoption allowed local small farmers to achieve their own economic objectives. They could aim for maximum annual value-added per land unit (up to US$15 000/ha) or per family labor unit (up to US$16 000/worker) on very small or small (<1 ha/family labor unit) farms, respectively. Compared with other local crops (Figure 3), asparagus generated high value-added/worker (20 times more than sugarcane using current management practices) and guaranteed economic sustainability of the small APS, despite reimbursement of past debts (Trébuil, Dufumier 1990).

Improved labor management

The successful introduction of green asparagus introduction was also due to improved labor management. Cropping schedules for traditional vegetables (eg, Chinese cabbage, young onion, coriander, yam, beans), have a

Table 2. General characteristics of 10 (A—J) contrasted APS and economic results for the first year of green asparagus production (in US$/ha), Thailand.

Parameter	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Farmed area (ha)	1.8	0.5	11.2	1.2	1.8	1.1	5.0	7.0	12.3	14.9
Crop (ha)										
Sugarcane	1.0	-	0.4	-	0.5	-	3.5	4.2	9.6	12.5
Rice	0.3	-	2.3	0.8	-	-	-	1.6	-	-
Vegetables	-	-	0.2	-	-	-	0.2	-	-	-
Asparagus	0.2	0.4	0.4	0.4	1.0	1.1	1.3	1.3	1.8	2.4
Others	-	-	8.5 cassava	-	-	-	-	-	0.3 mango	-
Animals (heads)	2 geese 6 pigs	-	-	-	-	-		10 cows	100 pigs	-
Laborforce										
Family	1.5	2.0	6.0	2.0	6.0	2.0	9.0	6.0	7.0	6.0
Hired	-	-	-	-	-	2.0	-	2.0	4.0	8.0
Asparagus area/ worker (ha)	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	1.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Economic data (US$)										
Gross product	500	18 625	12 250	11 950	11 125	13 375	14 150	9 350	14 175	15 875
Input	940	2 825	3 300	2 440	3 710	3 900	3 35	2 720	3 025	
Gross margin	(440)	15 800	8 950	8 225	8 685	9 665	10 250	6 115	11 455	12 850
Fixed costs	0	330	210	80	220	190	400	475	135	560
Value-added	(440)	15 470	8 740	8 145	8 465	9 475	9 850	5 640	11 320	12 290
Labor productivity	(220)	16 580	6 245	10 180	8 465	10 360	9 610	6 180	12 980	15 970
Family income	(440)	15 350	8 110	7 795	8 325	8 660	9 490	3 765	10 275	11 130

comparatively irregular demand for labor, particularly at harvest (Figure 2b). The growing scarcity (and higher cost) of temporary hired labor in the villages made farmers rapidly adopt green asparagus because of its more regular labor requirements.

Labor was the main constraint to the expansion of the asparagus-growing areas. On 8 surveyed farms with established asparagus production, all available family workers were employed for the crop. The maximum area per worker was approximately 0.25 ha but it was reduced to 0.15 ha/worker at harvest. Seven of the 10 surveyed farms relied on hired labor. Such cropping systems are highly labor intensive because of low mechanization of cultivation

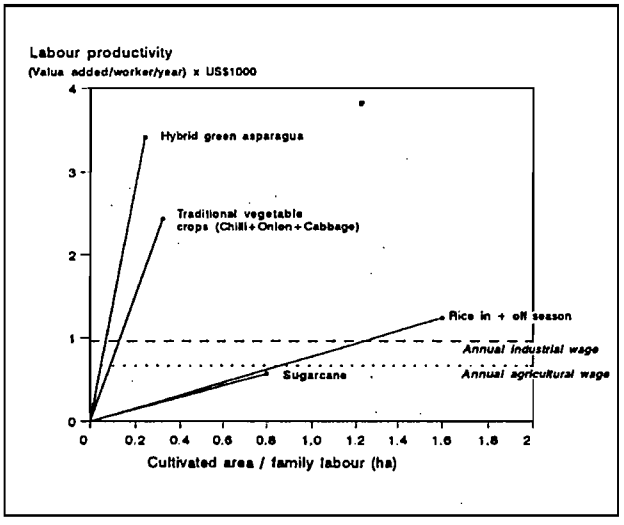


Figure 3. Compared labour productivities of the main cropping systems in the kamphaengsaen region, Central Thailand.

practices (transplantation and spear harvest are fundamentally manual operations). Green asparagus production protects the competitiveness of small farmers as there are no foreseeable economies of scale.

Competition for land with the dominant sugarcane enterprise is low. In 1990 asparagus plantations in the Thung Kwang area of the Kamphaengsaen district occupied 4—100% (0.2—2.5 ha) of the cropped area on the surveyed farms, whose size varied from 0.5 ha to 15 ha (Table 2). However, adoption of green asparagus by small farms has not significantly reduced sugarcane acreage because of the high labor requirement of asparagus crops. As 1 farm worker is needed for 0.25 ha of asparagus, the remaining cropped area must be planted to an extensive crop like sugarcane to avoid peaks of labor demand.

As asparagus is the main source of agricultural income (providing 60—100% of total value-added of a farm), it has a higher priority than other crops for technical options, investments, and operations schedule. Temporary workers are hired through middlemen to overcome labor peaks for other crops (eg, sugarcane harvest) (Trébuil et al 1993).

The development of technical itineraries depends on the particular role of asparagus for each farm; an APS typology was established to facilitate this exercise.

Typology of Green Asparagus Producers

Several quantitative criteria were used to establish a limited number of APS types based on the main strategies, potential, and constraints for green asparagus production. Data on labor requirements for green asparagus (1 labor

Table 3. Typology of three asparagus-based agricultural production systems (APS) in Tambon Thung Kwang, Kamphaengsaen district, Thailand.

Parameter	APS I	APS II	APS III
Land			
Asparagus area (ha)	0.2—0.8	0.8—1.5	1.5—2.5
% asparagus area of total cropped area	4—10; 90—100	25—100	<15
	crop diversification or early stages	no further increase of asparagus area possible	difficult to increase area: – no land available – distance from the house
Laborforce characteristics			
Asparagus area/family worker (ha)	0.1—0.2	0.2—0.5	0.25—0.5
Total number of workers	2—5	6—9	>9
Constraints	Saturation of family laborforce Cannot hire labor		difficult to find hired labor at harvest
Capital (US$/ha)			
First year investment	1200	2000	1700
Intercrop	+	+	–
Reasons for intercropping	Cash income before green asparagus harvest (1 year after sowing)		No problem with cash flow
Techniques			
% seed price in total seedling cost	<60%	70—80%	
	Lower seed quality chosen to reduce input costs	Priority to high genetic potential: hybrid seed	
Frequency of sprinkler irrigation	25%	75%	0%
	Save family laborforce, low level of adoption because of high price		Disease risk

unit/0.2 ha) indicated that plantation size was a key indicator of the APS type owing to the low level of mechanization. However, this criterion depends not only on labor management, but also on land suitability and capital availability; it determines the possible type of crop management. Three APS classes were identified on the basis of these criteria (Table 3).

Type I farmers have small asparagus plantations (0.2—0.8 ha). This type can be divided into two subclasses, based on the importance given to asparagus in the cropping system.

- The first class (I-A) includes the very small APS that have planted all available land to green asparagus. Their main objective is to maximize income per land unit by using only family labor. The low level of available savings and cash flow restrict initial investments for transplantation (no fixed costs for equipment, low input use). Such small farmers cannot mobilize funds to surmount the nonproductive phase of the young plantation. They may plant one or two cycles of short-term intercrops (baby corn or other vegetables) for early cash income.
- In the second class (I-B), asparagus is grown for crop diversification. One surveyed APS, which had just started growing asparagus, should, however, be classified in transition between I-B and II-B because of increasing specialization in green asparagus production.

Type I farmers try to recover their investment rapidly through an early intensive harvest, whereas types II and III can afford lower gross product during the first year to conserve the potential of the young plantation. Technical options during the first 6 months of the plantation are generally inferior to those adopted by types II and III. Cash flow availability is the main limiting factor for the choice of genetic material, land preparation techniques, and irrigation system.

The strategy of type II APS is to saturate available family labor or land suitable for asparagus located close to the house. Both options depend on the characteristics of the APS:

- When family labor is adequate (II-A), the objective is to maximize labor productivity per family worker. A better economic situation allows these farmers to afford technical options superior to type I. However, fixed costs are high because of investments in labor-saving equipment (sprinkler irrigation).
- When available family labor is low compared with cropped area (>0.2 ha/family worker), temporary or permanent workers are hired to expand the plantation area and thus maximize value-added per family worker. This type can be distinguished from the type III by the limitation on the asparagus area due to the lack of suitable land; asparagus covers all the land that is suitable for this crop.

Type III are capital-oriented farms that employ mainly wage-earning labor to extend the asparagus area over all the suitable plots located near the house. The best technical options (furrow irrigation to reduce risk of canopy diseases caused by sprinklers) can be adopted because of adequate available capital and labor. The main constraint is scarcity of hired workers, because asparagus production tends to

Table 4. Strategies of different types of asparagus in the Kamphaengsaen district, Thailand.

Asparagus area: 0.2—0.8 ha
Type I-A
— Maximize annual net income per land unit
Means of production
– Cropped area/family worker <0.8 ha
– Specialization in asparagus production: 100% of value-added generated on APS.
– Family labor only (2 labor units)
– Low cash availability
Type I-B
– Maximize agricultural income on total cropped area
– Diversify crops
– Occupy all family labor
Means of production
– Cropped area/family worker: 0.8—1.5 ha.
– Family labor only.
– Low investment level
– Other labor-extensive enterprises (cassava, sugarcane, livestock)
Asparagus area: 0.8—1.5 ha
Type II-A
– Maximize labor productivity per family worker
– Reduce labor demand peaks for family members
Means of production
– Cropped area/family worker < 0.8 ha
– Family labor only
– Specialization in intensive vegetable crops
– High fixed costs (sprinkler irrigation system, high quality seedlings)
– Intercropping for income before first spear harvest
Type II-B
– Maximize labor productivity per worker
– Maximize area planted to green asparagus
Means of production
– Cropped area/family worker: >0.8 ha
– Permanent hired workers for asparagus (25—50% of total labor)
– High fixed costs (land development works, irrigation system)
– Other labor-extensive crops (sugarcane, rice, etc) managed by temporary hired workers
Asparagus area: 1.5—2.5 ha
– Maximize profit rate
Means of production
– Cropped area/family worker: >1.5 ha
– Hired labor/total labor: >35%
– Best technical options

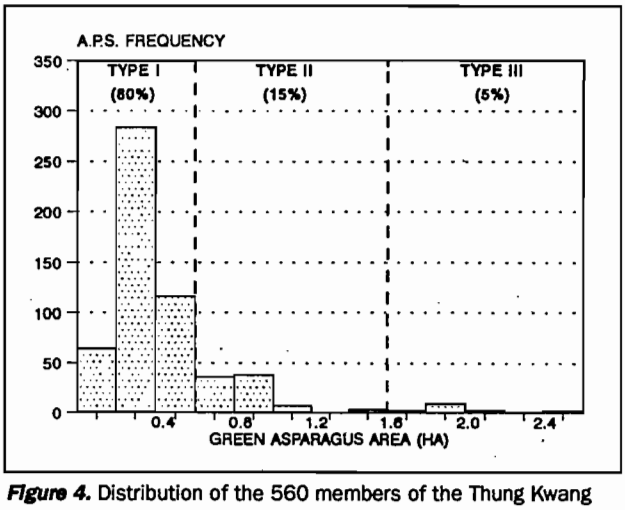


Figure 4. Distribution of the 560 members of the Thung Kwang green asparagus producer group on 1991 according to plantation acreage.

occupy most of the local available labor. Agricultural wages have increased and hired workers have started bargaining for long-term employment contracts.

Although production conditions varied within each defined type (environmental conditions, family labor availability, technical options, objectives), the main strategies can be summarized (Table 4).

Results of this typology were verified by checking whether a new sample of farms could fit into the classification. The objective was to test the extrapolation range of the typology. Once the study was completed, any given farm could be placed within a type without the lengthy process of a farm survey. By using simple criteria, such as area planted to asparagus, labor, and input management indicators, any given APS could be classified in its correct type. The share of each farm type in the whole population of asparagus growers was then assessed in the study area (Figure 4).

Conclusion

This study served to establish technical itineraries suited to each of these five APS subtypes, which presented similar advantages and constraints for green asparagus production. The design of on-farm experiments carried out since 1990 have been based on this typology so that they correspond to farmers' needs and objectives (Sayampol, Castella 1991). The effect of seedling age at transplanting, date of the first harvest, number of mother stems, and intercropping practices on asparagus yield potential were studied according to type I-A constraints. The impact of land preparation practices on soil-plant relations was assessed to answer queries by type II farmers. Varietal trials and breeding research were conducted to provide type III farmers with high-yielding cultivars.

However, several questions still remain about the future of green asparagus production in the Thung Kwang area. How long will production be sustained by the highly intensive management practices observed through the farm survey? Research and extension services are confronted with the issue of the intensive crop management capacity of farmers and consequently the ecological sustainability of their practices (Huang 1985; Waibel, Setboonsarng 1992).

Another source of uncertainty for farmers in a context of rapid socioeconomic transformation is the marketing of their produce through asparagus growers' organization (Trébuil et al 1993).

Acknowledgment

The authors would like to thank the Comité français contre la faim (CFCF), France, and the French Ministry of Foreign Affairs for supporting this research and development project.

References

Capillon A. 1986. A classification of farming systems, preliminary to an extension program. A methodology. Pages 219—235 in Farming Systems Research Paper Series 11. Manhattan, KN, USA: Kansas State University.

Huang F. 1985. Current asparagus research in Taiwan. Pages 345—354 in Asparagus symposium, Italy.

Naritoom C et al. 1990. A typology of farming systems based on their functioning and history in Tambon Thung Kwang of Kamphaengsaen district. Kasetsart Journal 11:141—150.

Naritoom C, Castella J-C, Saritnirun P, Simsiriwong K. Saejiew A, Janprasert D, Trébuil G. 1991. On-farm diagnosis on the intensification of vegetable cropping system for exports to improve the sustainability of small scale farming systems in Thailand. Pages 410—424 in Proceedings of the Eighth Thailand National Farming Systems Seminar.Chiang Mai, Thailand: Chiang Mai University.

Sayampol N, Castella J-C. 1991. On-farm experimentation for the establishment of adapted technical references in green asparagus to answer producer group requests in Kamphaengsaen area of Nakhon Pathom province. Pages 374—392 in Proceedings of the Eighth Thailand National Farming Systems Seminar. Chiang Mai, Thailand: Chiang Mai University.

Srijantr P, Trébuil G, Galtier B. 1990. Agro-ecological zonation of Maeklong agrarian system by using SPOT imagery. In Proceedings of the Seventh Thailand National Farming Systems Seminar. 13 p.

Trébuil G, Dufumier M. 1990. Diagnoses on regional agrarian systems and sustainability of agricultural production systems in Thailand. Paper presented at the Asian Farming Systems Research and Extension Conference on Sustainable Farming Systems. Bangkok, Thailand: Asian Institute of Technology (AIT). 15 pp.

Trébuil G, Castella J-C, Srijantr T, Naritoom C. 1993. Transformations of vegetable-based production systems in Thailand: contribution of systems research to introduction of technical and organizational innovations. Paper presented at the seminar "Innovation et sociétés," Montpellier, France. 16 pp.

Waibel H, Setboosarng S. 1992. Measuring resource degradation in vegetable-based farming systems in Thailand. Paper presented at the Second Symposium of the Asian Farming Systems Asssociation, Colombo, Sri Lanka. 19 pp.

Why Is First Calving at Two Years Not Prevalent in Dairy Farms ?

Mathieu, Anne; Gilibert, Jacques
INRA-SAD, Route de St Cyr, 78026 Versailles Cedex, France

Abstract

Despite sustained efforts by the extension services, first calving at 2 years is not very common in France; the average age at first calving is 31.5 months. Farm studies show various connections between the components of the livestock farming system. Early calving ranks low among the objectives of French livestock farmers.

Aim

To identify causes of the failure of extension services in promoting early calving.

Method

The farm was considered as a managed, complex system; the investigations focused on its components; aims and strategies of farmers; and practices and results.
Livestock scientists study the system in linear time (heifer growth, lactation progress), while dairy farmers view it in circular time (calving period, grazing season) (Figure 1).
As it is technically difficult to achieve both grouping of calvings and first calving of heifers at 2 years, groups II and III had to choose between the two.

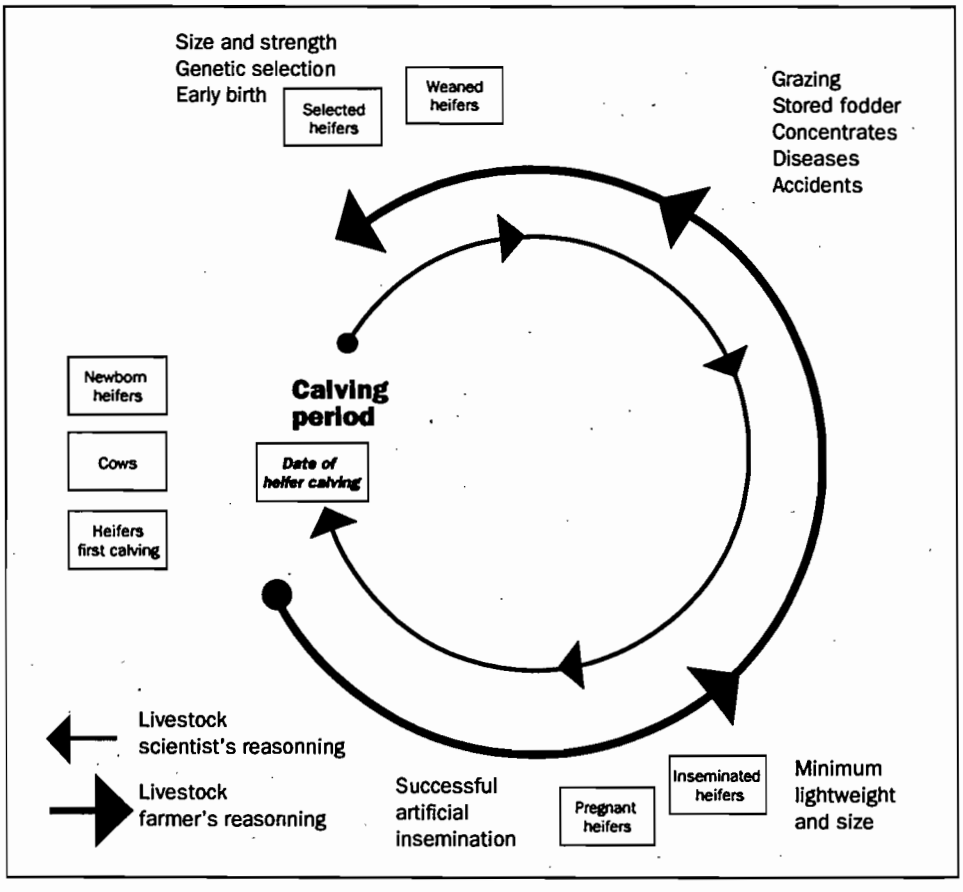


Figure 1. *Different approaches of livestock scientists and farmers.*

For farmers, the calving period has high priority. Heifers must calve at the beginning of the calving period. Heifer management is exclusively aimed at this priority.

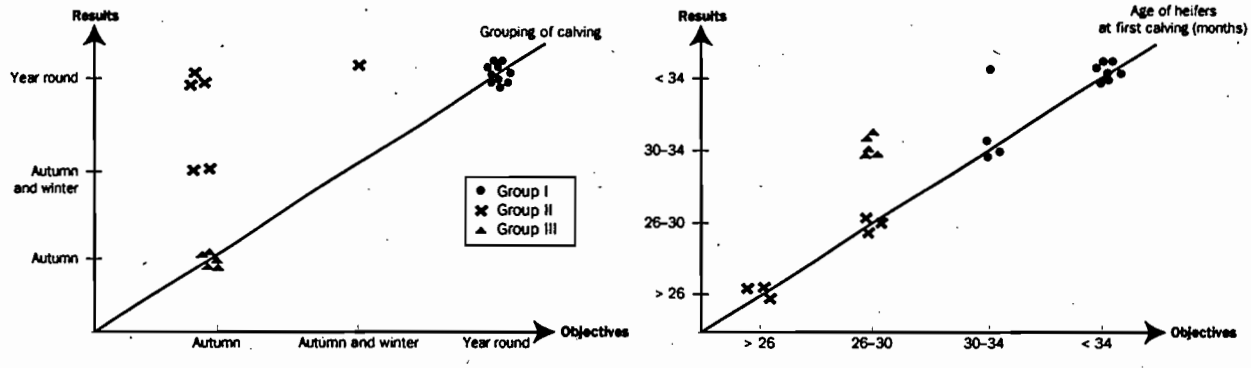


Figure 2. *Comparison of objectives and results of grouping of calvings and age of heifers at first calving.*
Objectives and results of grouping of calvings were compared across 21 representative dairy farms in Chatenois-Lorraine, France .

Rigidity and flexibility

The main function of the heifers is to ensure flexibility in management of land, forage, and workforce since dairy cows require optimum feeding and almost constant attention of the farmer. First calving of heifers at 2 years deprives them of their flexibility (Table 1)

Table 1. Flexibility of livestock systems for forage and workforce management.

Livestock	Forage management flexibility	Workforce management flexibility
Dairy cows only	0	++
Dairy cows + replacement heifers		
Early first calving age	+	+
Late first calving age	++	++
Dairy cows + replacement heifers + steers		
Early first calving age	++	0
Late first calving age	+++	+

Conclusion

Early calving (at 2 years) contradicts the main aims of dairy farmers: grouping of calvings, adequate feeding of milk cows, mating at minimum liveweight, saving on workforce, using the total farm area. Moreover, it deprives the forage and workforce components of any flexibility.

Agriculture intensive et milieux protégés

Une approche à l'échelle du système de culture pour analyser et améliorer le choix des techniques

Mouret Jean-Claude[1] ; Barbier Jean-Marc[2] ; Conesa Alfred Philippe[1]

[1] INRA SAD-LECSA, 2 place Viala, 34060 Montpellier cedex 1, France

[2] CNEARC/INRA SAD-LECSA, 2 place Viala, 34060 Montpellier cedex 1, France

En Camargue, les contraintes du milieu physique, liées aux excès d'eau et de sel, imposent à l'agriculteur des systèmes de culture originaux. L'introduction relativement récente de la riziculture irriguée constitue un élément essentiel de régulation de l'agrosystème. L'irrigation du riz permet le lessivage du sel, ce qui autorise l'introduction d'autres espèces dans la rotation. Dans les zones basses du delta, l'hydromorphie conduit à un système simplifié de monoculture de riz. Sur les bourrelets alluviaux, des systèmes de culture plus diversifiés sont possibles : céréales (blé dur), fourrages (luzerne) et oléoprotéagineux (soja, tournesol) ; cependant, aujourd'hui, l'opportunité économique amène les agriculteurs à privilégier fortement la culture du riz. De grandes surfaces de rizières utilisant de fortes quantités d'intrants chimiques côtoient un espace naturel protégé ; cela conduit la recherche à devoir mettre au point de nouvelles techniques conciliant rentabilité économique et préservation de l'environnement.

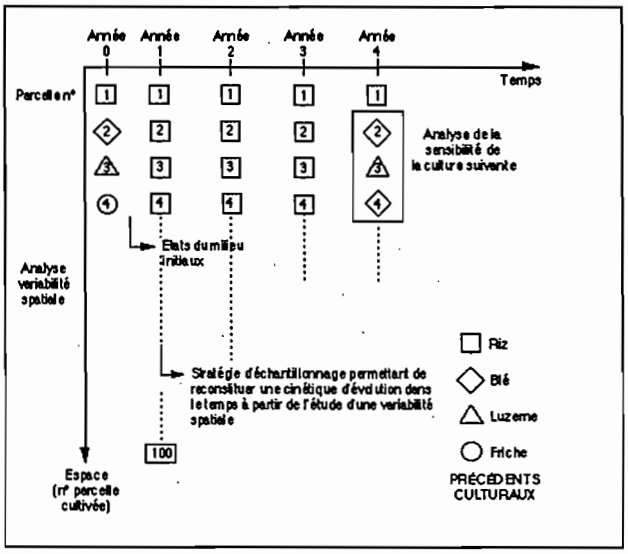
Dans ce contexte, une double analyse est nécessaire : à l'échelle des systèmes de production pour comprendre les stratégies des agriculteurs et les contraintes de fonctionnement de l'exploitation agricole, et à l'échelle du système de culture pour analyser le fonctionnement agro-écologique du champ cultivé. L'analyse du système de culture est réalisée en milieu réel, au moyen d'un dispositif pluriannuel s'appuyant sur le suivi agronomique de parcelles cultivées. Cette organisation spatio-temporelle permet d'appréhender la diversité et la cohérence des itinéraires techniques, leurs effets (en interaction avec les conditions climatiques) sur l'évolution du milieu physique et l'état des peuplements végétaux. La mise en application de ce dispositif et l'analyse qui en découle ont fait apparaître des éléments de dysfonctionnement du système (incohérences apparentes, gaspillages). La prise en compte des contraintes d'exploitation et de leur diversité pour choisir et mettre au point les meilleures solutions a permis, par un effort important de vulgarisation, d'accroître considérablement la productivité de cette agriculture. Cela s'est traduit par une amélioration de l'efficience des intrants (eau, éléments, fertilisants) et, corrélativement, une diminution des quantités utilisées dans les rizières : les consommations d'eau sont passées de 30-40 000 m³/ha par campagne dans les années 70 à 25-30 000 aujourd'hui ; les quantités de phosphates épandues ont été diminuées de moitié ; quant à l'azote, un fractionnement différent des apports a permis de maintenir les mêmes niveaux globaux et ce avec des rendements moyens en riz beaucoup plus élevés.

La riziculture irriguée en France : une production intensive dans un espace fragile

En Camargue, une agriculture fortement artificialisée, basée sur la riziculture irriguée, côtoie un espace naturel protégé. La cohabitation de ces différentes activités nécessite la mise au point d'autres méthodes de culture tout en assurant la viabilité économique des exploitations et le maintien de la fertilité du milieu. L'amélioration de l'efficience des intrants et la diversification des productions constituent l'objectif majeur de cette recherche.

Un dispositif adapté à l'étude du système de culture

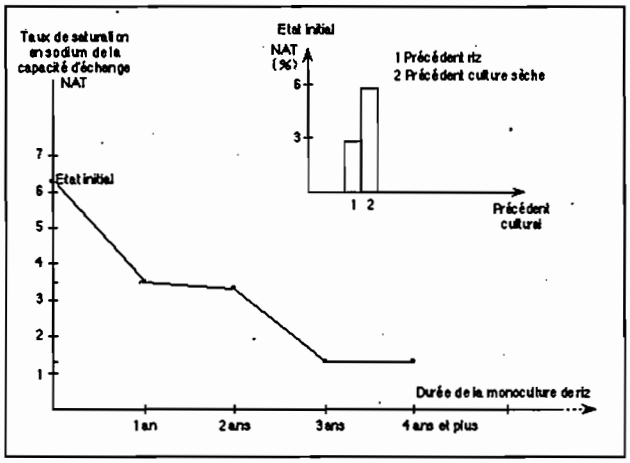
Evolution des indicateurs de fertilité du milieu : effets cumulatifs



Le suivi agronomique pluriannuel de parcelles cultivées permet d'analyser la diversité des pratiques culturales, leur évolution dans le temps et leurs effets, en interaction avec le climat, sur le milieu et les peuplements cultivés.

Les effets du système de culture sur certains états du milieu

Salinité du sol : états initiaux et évolution sous l'effet de la riziculture irriguée



Système de culture et évolution des teneurs du sol en P_2O_5 et K_2O

Système de culture	Évolution de la teneur en P_2O_5 et K_2O (ppm)			Evolution relative
		1984	1987	
Monoculture de riz	P_2O_5	105	113	+ 8 %
	K_2O	133	156	+17 %
Rotation riz-blé dur	P_2O_5	110	130	+ 18 %
	K_2O	102	141	+ 38 %
Rizlculture sur friche	P_2O_5	56	72	+ 28 %
	K_2O	117	168	+ 43 %

Conséquences sur l'évolution des pratiques et sur la production

	1975-1984	1985-1992
Fertilisation (kg/ha)		
P_2O_5	125	60
K_2O 90	80	
Azotée		
Totale	150	150
Avant semis	100	50
Rendement du riz (t/ha)	4,0	5,6

Grâce à ce dispositif, à une forte implication des chercheurs sur le terrain et à leur participation active dans les structures de conseil et de vulgarisation, les résultats de ces recherches se sont rapidement diffusés et ont permis une transformation des pratiques culturales.

Sustainability as a Goal for the Application of Farming Systems Research and Extension to High External Inputs Systems: Case of Plastic Cover Horticulture in Spain

Calatrava, Javier[1]; Cañero, Rafael[2]

[1]Department of Agricultural Economics, CIDA - Grenada, Spain;
[2] EUITA, University of Almeria, Spain

Although the farming systems research/extension (FSR/E) approach was developed mainly for traditional low external inputs farming in developing countries, as many authors have pointed out, FSR/E could also be a useful tool for improving high external inputs (HEI) systems, by steering them toward sustainability (Gibbon 1992). FSR/E could facilitate the merging of immediate and sustainability objectives.

Recently, Calatrava (1993) described the factors that must be considered to test the suitability of the FSR/E approach for HEI systems to improve sustainability. These factors are:

- degree to which the HEI system is household dependent;
- degree to which the HEI system is labor intensive;
- level of artificiality of the HEI system (extent to which the system is interconnected with the surrounding environment);
- level of sustainability (environmental and economic), by drawing a distinction between strong (nondecreasing natural capital stock) and weak (nondecreasing total capital stock) sustainability;
- degree to which the HEI system is embedded in the sociocultural framework of the community.

Intensive plastic covered horticulture in southeastern Spain is a relatively recent HEI system, which was established 30 years ago when the coastal area of Almeria was practically a desert and sparsely populated. After a program of public investment in water management and infrastructure, the area was colonized by people coming from the hinterland. Today the system almost exclusively comprises family farms. It involves intensive use of labor and high external inputs, particularly chemicals (Calatrava 1982; Cañero et al 1992).

Sustainability was not an important concern from the beginning because of the high economic rewards procured by the systems. Today, the farmers are concerned as they are confronted with:

- falling real prices of outputs (saturation of the market and growing external competition);
- diminishing internal rate of return of the system from more than 20% in the mid 1970s to 11% today;
- increasing exhaustion of natural resources and intrusion of sea salts in the aquifers;
- increased episodes of the appearance of pesticide residues in fruit and vegetables, which sometimes almost reach the tolerance level.

It is now clear that the system lacks both weak and strong environmental sustainability. Thus, economic sustainability is also under stress.

Two small experimental stations and four extension agencies (total 13 extension agents) work in the area. The experimental stations currently focus on 11 research projects,

including new plastic cover structures, water use and irrigation systems, soils, and pest control. Most of the projects are monitored from research centers located far from the area, nor are they designed through local participation. The few research projects with farmer collaboration have a conventionally directed rather than coparticipative focus.

Under these circumstances, it seems that FSR/E could provide a suitable framework for research and extension activities in the area. The main objectives to be considered are:

- to reduce cost by improving agrochemical inputs management (particularly fertilizers and pesticides);
- to reduce environmental pollution;
- to reduce chemical residues in products;
- to develop more efficient water-saving techniques;
- to improve the efficiency of fixed inputs (type of artificial soil, plastic, plastic cover frame, etc)
- to improve postharvest handling and marketing strategies.

Each of these objectives should be discussed between farmers, researchers, and extension agents, and the resulting research projects should be drawn up in a participative manner. But inertia in the current research structure, which is opposed to radical changes in the focus of its activities, will be the biggest handicap to the development of an FSR/E framework in the area. It has to be implemented gradually.

References

Calatrava J. 1982. Los regadios del litoral mediterráneo andaluz, realidad problemática de una agricultura de vanguardia. Información Comercial Española 582:67—88.

Calatrava J. 1993. Role of farming systems research and extension in guiding high input systems towards sustainability. Paper presented at the First European Convention of Farming Systems Research and Extension. Edinburgh, Scotland.

Cañero R, Calatrava J, Castilla N. 1992. Naturaleza del uso de materiales plásticos en la horticultura bajo abrigo: su influencia en la estructura de costes y en el nivel de rentabilidad. Paper presented at the 12th International Conference of Plastic in Agriculture. Grenada, Spain.

Gibbon D. 1992. Farming systems research for sustainable agriculture. Pages 29—45 *in* Endogenous regional development in Europe: theory, method and practice. Brussels, Belgium: Commission of the European Communities, DGVI.

Adjustment Strategies of Mixed Farms in Lower Saxony in Response to Nitrogen Restrictions

Stoyke, Cord; Walbel, Herman

Institute of Agricultural Economics, University of Goettingen, Platz der Goettinger Sieben 5, 37073 Goettingen, Germany

Abstract

Concern is growing about the consequences of intensive crop and animal production with high use of agricultural chemicals and liquid manure. The result is the introduction of measures that aim to reduce some of the environmental hazards caused by agriculture such as the pollution of groundwater with nitrate and chemical pesticides. In the state of Lower Saxony, a pilot project to introduce nitrogen quotas was initiated in 1992 by the state Ministry of Agriculture in cooperation with the University of Goettingen. Nine 'quota farmers' and four 'reference farmers' participate in each of two regions. The concept of the project is to issue a quota for nitrogen use on a per farm basis below the officially recommended level, taking into account the organic nitrogen supply of each farm. In close cooperation with 26 farmers, the adjustment strategies have to be analyzed and ecological changes described.

Objectives

Observable and measurable adjustment strategies of farmers participating in the pilot project are being compared with those of a control group. Regarding the need to cooperate with farmers (Wijnands 1992), a farming systems approach is used. We want to evaluate whether the intended objective, *ie*, reduction of environmental damage, can be achieved using the farmers' own adjustment strategies. As only two years (1992 and 1993) of results under quota conditions are available (results will be collected for a further three years), figures related to income effects are preliminary.

Main Results

The following results refer to data obtained from the nine quota farmers and four reference farmers belonging to one project region. Due to poorer soils, the sample comprises exclusively mixed farms producing a combination of crops and livestock. The quota farmers made obvious changes to their cropping system, both compared with the reference farmers in a given year, and with farmers the year prior to introduction of the nitrogen restriction.

(a) From 1991 to 1993, changes in the cropping pattern involved an increase in the share of arable farmland planted with less intensive main crops (grain legumes, rye, linseed: +13%) and a similar decrease in the share of intensive main crops (wheat, rape seed: -13%). During the same period, the share of arable farmland planted with intercrops from autumn to spring increased from 8% to 20%.

(b) The necessary reduction of nitrogen fertilization at farm level led to a crop-specific reallocation of this nutrient. This can be shown for important crops and for grassland (Figure 1).

(c) The share of liquid manure applied in autumn was reduced from 40% to 22%; the share applied in spring was increased accordingly.

(d) Farmers reduced the use of pesticides that are complementary to nitrogen (fungicides, insecticides, growth inhibitors) in the case of cereals (Figure 2).

Changes in pesticide use, nitrate leaching, and nitrogen balances can be used as indicators of environmental effects of agricultural production. As shown earlier, pesticide use was reduced. Intercropping and application of liquid manure in spring instead of autumn reduce the possibility of nitrate leaching into groundwater in winter. The percentages of arable farm

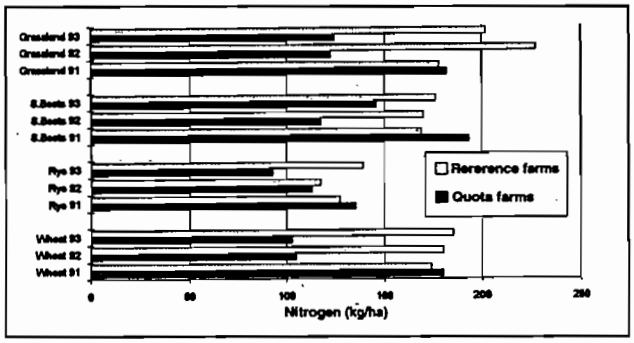


Figure 1. *Fertilizer use on different crops, Lower Saxony, Germany (1991–1993).*

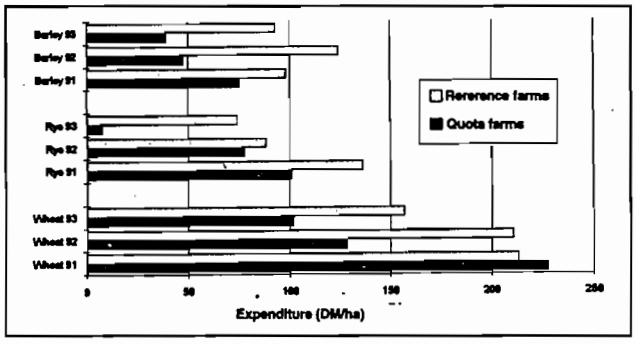


Figure 2. *Pesticide expenditure (herbicides excluded), Lower Saxony, Germany (1991–1993). (US$1 = DM1.72).*

land showing a 'polluting' (51–100 kg of nitrogen/ha) or 'highly polluting' (>100 kg of nitrogen/ha) nitrogen surplus continue to decrease following introduction of the nitrogen quota in 1992. In contrast, the 'highly polluting' class is increasing for the reference farms (Figure 3). The ecological improvements for the quota farms are accompanied by a reduction in the average gross margin per hectare of arable farm land: in 1992 and 1993, margins were 8% and 14% less, respectively, than those of the reference farms (Figure 4).

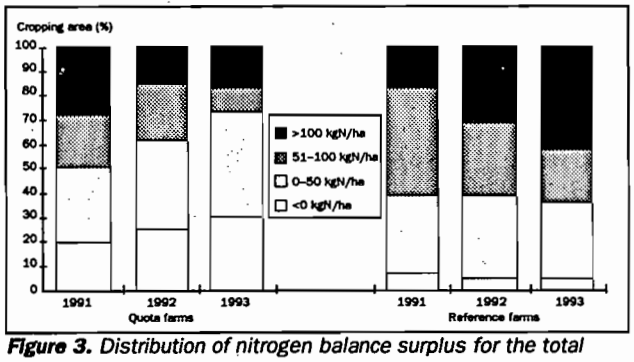


Figure 3. *Distribution of nitrogen balance surplus for the total area planted with cereals, sugar beets, potatoes, oil seeds, and grain legumes, Lower saxony, Germany (1991–1993).*

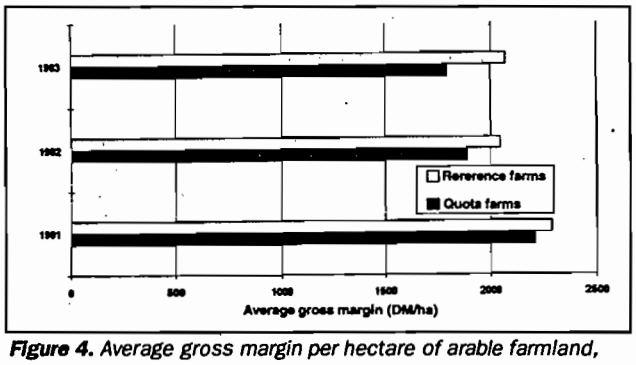


Figure 4. *Average gross margin per hectare of arable farmland, Lower Saxony, Germany (1991–1993). (Variable costs: seed, fertilizer, pesticides, application; US$1 = DM1.72).*

Conclusions

With increasing restrictions on nitrogen use there is a tendency to replace external inputs with on-farm resources (Daberkow, Reichelderfer 1988; Wijnands, Vereijken 1992) while paying more attention to the self-regulating forces within the farm system. It is expected that farmers' adjustments towards a system of low-input agriculture (Madden 1988) will reduce ecological stress caused by agriculture.

References

Daberkow SG, Reichelderfer KH. 1988. Low-input agriculture: trends, goals and prospects for input use. American Journal of Agricultural Economics 12(1988):1159–1165

Madden P. 1988. Low-input/sustainable agricultural research and education—challenges to the agricultural economics profession. American Journal of Agricultural Economics 12(1988):1167–1172.

Wijnands FG, Vereijken P. 1992. Region-wise development of prototypes of integrated arable farming and outdoor horticulture. Netherlands Journal of Agricultural Science 40:225–238.

Wijnands FG. 1992. Evaluation and introduction of integrated arable farming in practice. Netherlands Journal of Agricultural Science 40:239–240.

Recherche-développement et réhabilitation de périmètres irrigués sur les Hautes Terres malgaches

Rollin Dominique
CIRAD-SAR, BP 5035, 34032 Montpellier cedex 1, France.

Résumé
La réhabilitation de réseaux hydro-agricoles sur les petits périmètres irrigués des Hautes Terres malgaches a suscité une interrogation sur les moyens nécessaires à la valorisation et à l'entretien des périmètres réhabilités. Un programme de recherche-développement a été mis en place pour répondre à ces questions. Paradoxalement, après une étude des systèmes agraires dans leur ensemble, il apparaît que ce n'est pas du riz, pourtant omniprésent dans le paysage comme dans la culture, que pourra venir la valorisation des périmètres, mais plutôt des cultures de contre-saison, de l'élevage ou de l'arboriculture.

Mots clés
Irrigation, réhabilitation, système agraire, système de production.

Le projet de réhabilitation

La dégradation rapide des infrastructures hydro-agricoles, normalement entretenues par l'administration, a nécessité la mise en place d'un projet de réhabilitation des petits périmètres irrigués (100 à plus de 2 000 hectares de surface irriguée). Dans le cadre du désengagement de l'Etat, il a été décidé que cette réhabilitation se ferait en transférant la gestion et l'entretien régulier des réseaux hydrauliques et des ouvrages aux usagers. Le projet national affiche une ambition importante puisqu'il vise ainsi la consolidation de l'outil de production de 142 000 hectares (116 périmètres) sur les 700 000 hectares de surface irriguée à Madagascar (figure 1).

La recherche-développement

Le programme de recherche-développement doit contribuer :
- à l'adaptation et la consolidation des exploitations agricoles ;
- au renforcement de leurs revenus à travers l'accroissement des productions agricoles ;
- à la prise en charge par les producteurs et leur organisation des infrastructures réhabilitées.

Des axes de travail sont identifiés pour prendre en compte tous ces aspects (figure 2).

Méthode de travail

L'équipe pluridisciplinaire est composée d'un agronome généraliste, un agro-économiste, un agronome système de culture, un agronome protection de bassin versant, une zootechnicienne et une sociologue, neuf assistants de recherche et dix observateurs affectés sur le terrain.

Un réseau de hameaux-test (10) et d'exploitations de référence (50) représentatifs de l'ensemble des hameaux et de l'ensemble des exploitations de la région étudiée permet de réaliser :
- des enquêtes ponctuelles sur des sujets divers : bois, alimentation du bétail, système de culture... ;
- des suivis : trésorerie, marchés, troupeaux ;
- des expérimentations d'innovations : nouvelles variétés, techniques culturales, associations, rotations, mais aussi crédit et organisation.

Résultats

- Une meilleure connaissance du milieu et du fonctionnement des exploitations (figure 3) : on retiendra entre autres la classification en quatre grands types de fonctionnement selon la structure de l'exploitation et le calendrier de trésorerie dépendant des objectifs et des stratégies des exploitants.
- Des possibilités de développement :
  - à court terme : intérêt du crédit garanti par les productions stockées localement, des cultures de contre-saison sur rizière pour assurer un revenu complémentaire et la fumure du riz, principale culture autoconsommée, de la rizipisciculture ;

– à moyen terme : amélioration de l'élevage par une meilleure prise en compte des problèmes d'organisation de la prophylaxie, d'alimentation et de génétique ;
– à long terme : développement de l'arboriculture fruitière et forestière.

Conclusion

Il est possible de formuler des recommandations à partir des enquêtes, suivis et expérimentations réalisés. Les propositions pour le développement de la région, la valorisation et l'entretien des infrastructures réhabilitées ne concernent pas directement des modifications de la culture du riz mais :
– à court terme, le crédit lié à un stockage villageois, les cultures de contre-saison sur rizière et la rizipisciculture ;
– à moyen terme, l'amélioration des systèmes d'élevage en commençant par l'organisation de la prophylaxie et l'alimentation avant d'aborder les problèmes génétiques ;
– à long terme, l'amélioration de l'arboriculture forestière et fruitière pour la production de fruits, de bois et la protection des bassins versants.

Pour en savoir plus

Equipe recherche-développement. Antsirabe, 1992. *Méthodologie et résultats en première phase de recherche développement* Antsirabe, Madagascar, FOFIFA, , ministère de l'Agriculture.

Rollin D., 1994. *Des rizières aux paysages : éléments pour une gestion de la fertilité dans les exploitations agricoles du Vakinankaratra et du Nord-Betsileo, Madagascar*. Thèse de géographie, 324 p.

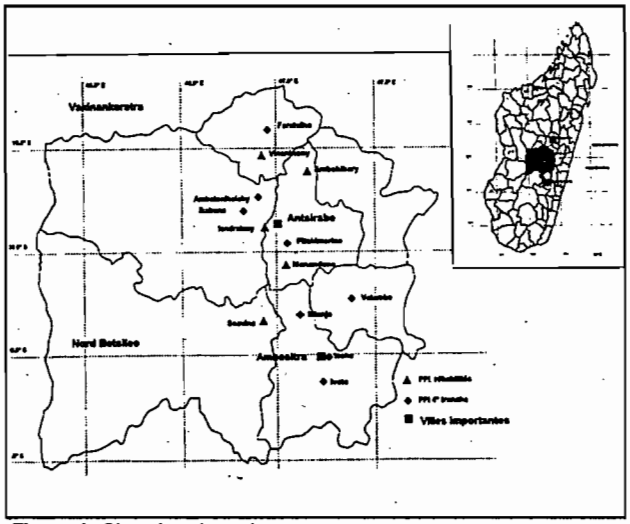


Figure 1. *Situation du projet.*

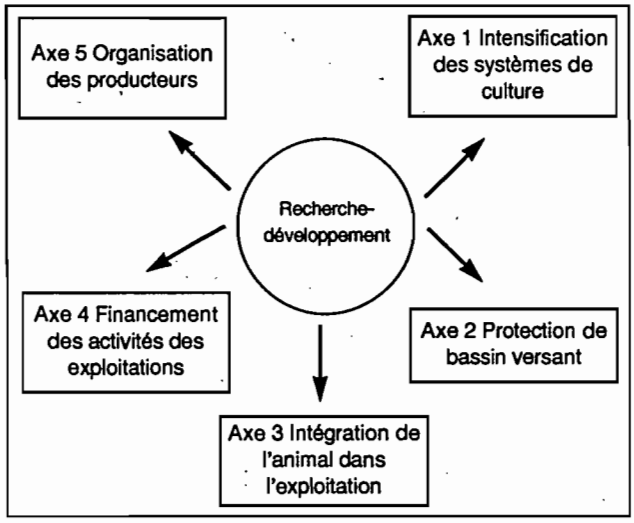


Figure 2. *Les axes de recherche.*

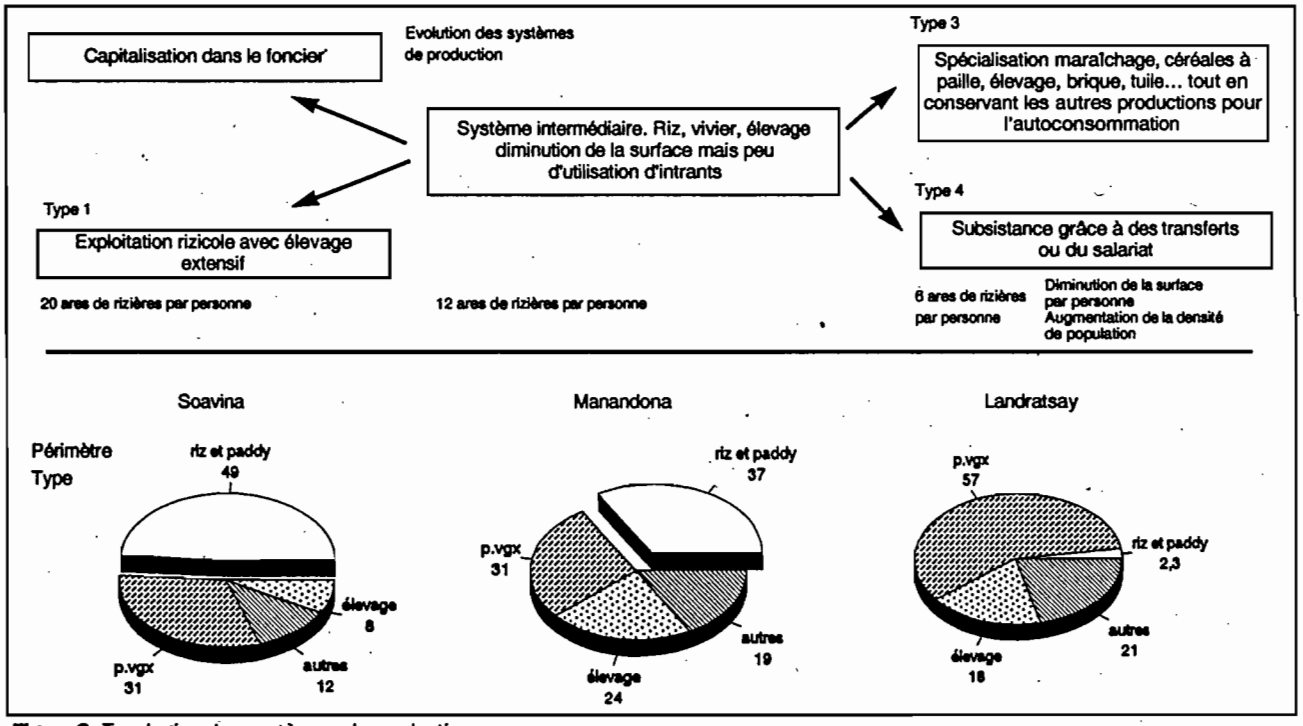


Figure 3. *Typologies des systèmes de production.*

Diversity of Highland Farming Systems in Northern Thailand

A Case Study on the Rice Production Systems of Karen Farmers

Buadaeng, Kwanchewan; van Eckert, Manfred
Thai—German Highland Development Programme, PO Box 57, Chiang Mai 50000, Thailand

Karen people are of Tibeto—Burman ethnic origin and have lived in the mountains of the border areas of northern Thailand and Myanmar for the past 600 to 700 years. There are about 300 000 Karen living in Thailand, where they comprise approximately 52% of all hill-tribe people. Their major principle—to live in harmony with nature—is supported by their traditional beliefs and cultural heritage.

Karen farmers are known as specialists in developing paddy rice fields and small-scale irrigation systems along narrow river valleys, where alluvial soil deposits exist. However, potential paddy land is very limited in the mountainous settlement areas of their villages. The Karens' social structure and settlement patterns are well adapted to taking advantage of all types of available land resource, which has led to the development of small scattered villages, many in inaccessible, marginal, mountain forest areas. Key factors are the ability of the Karen to redistribute population through exogamous marriage, and their willingness to move and settle far away from their relatives. As land for paddy rice production was limited and the population was increasing, Karen farmers developed a sustainable upland rice farming system. They elaborated swidden systems, which are ecologically sound because annual crops are planted for only one year following a long forest fallow period of 8 to 10 years. More than 100 different species, with several varieties of cultivated and useful uncultivated crops (herbs, medical plants), have been found in swidden and fallow land. This system based on short cropping and long fallow periods can effectively maintain soil fertility, prevent soil erosion, and control grass weed infestation, as it enforces forest recovery within four years of planting. This highly diversified upland rice cropping pattern helps to reduce production risks and assures the production of a wide variety of food and other supplies to fulfil basic needs (ie, for houses, cloth, and traditional medicine).

This poster presents the results of a participatory rural analysis (PRA) of the diversified production system of the Karen farmers in Tambon Huai Poo Ling, Mae Hong Son district and province, Thailand, which is a project area of the Thai-German Highland Development Programme (TG—HDP).

The majority of farmers in Huai Pool Ling still practice a well-organized traditional swidden farming system, due to remoteness and very limited road access. Even though the Karen have been there for over 100 years, 86% of the total area is under forest or forest fallow. They produce a wide range of crops for subsistence and can harvest more than sufficient rice for basic consumption needs in an average year. However, their traditional farming system is changing, due to population growth, infrastructure development, increasing integration into the cash economy, and the provision of government services.

In a series of village meetings, participatory appraisal, visualization, and analytical tools have been applied to identify interventions for the development of farming systems with farmer participation. These interventions are aimed at intensifying the traditional swidden and paddy cropping systems gradually taking account of farmers' indigenous knowledge and their need to maintain their role as the main actors at all stages of the development process. This should ensure that intensification of the system will be sustainable and will lead to reduction in pressure on remaining forest resources, while also improving quality of life for villagers.

During the PRA process, it was found that the Karen farmers in Tambon Huai Pool Ling were using seven cultivars of paddy rice and 21 cultivars of upland rice. More rice cultivars were used in upland fields than in paddy fields, which corresponds with the larger diversity of upland niches. A farmer usually grows two paddy rice cultivars and between five and eight upland rice cultivars, most of which are 'non-waxy rice' (typically used and preferred by the Karen people), as stated by farmers. The several cultivars of 'waxy rice' or glutinous rice planted are used only in special ceremonies. Farmers store the seeds of each cultivar separately, and plant them in different portions on land. They can distinguish various cultivars from the shape of the seed and the habitus of the plants, and collect seeds from those that are healthy and high yielding.

The diversity of rice cultivars has helped to stabilize rice production over the years and reduces risks from pests and diseases. The farmers developed cultivars for short and long vegetation periods to reduce the risk of unfavorable weather conditions during the flowering and harvesting periods and to overcome labor constraints: they can gradually plant and harvest each cultivar individually.

Karen farmers are familiar with the concept of 'experiment'. They are continually trying 'new' rice varieties that are known to perform well. They obtain this information and seeds from neighbors growing the 'new seeds', relatives, or farmers from other tribes in villages sometimes far from their own. Government and nongovernment development agencies also introduce new rice varieties.

The names of some varieties indicate the origin of the cultivar or the farmers from whom it was received. For example, *'bue. khae'* upland rice has its origin in either Lisu or Hmong hill-tribe villages. *'Bue Naw Mue Rue'* upland rice was obtained from Mrs. Naw Mue Rue, who lives in another village. Study of the names of different rice cultivars can reveal the local information network.

If in the first year, the 'new' variety performs well, farmers will keep some seeds to try the following year. After about three years, farmers will have gained enough experience to be confident in planting a larger area. Even if it does not do well in the first year, some farmers still experiment in the second, reasoning that "it might not have got used to its environment yet." Karen farmers are extremely open to testing and adopting new varieties that have proved successful, but they are also very careful not to lose their own cultivars. During an 'experimental' process, cultivars that do not perform well are dropped.

The farmers' judgement of acceptable or unacceptable rice varieties corresponds to their main household objectives such as productivity, security, and continuity. Farmers evaluate each cultivar by investigating those aspects of the varieties related to fulfilling the objectives. Aspects include yield level and consistency, resistance to pests and diseases, and plant characteristics (ie, height, tendency to shed, early or late variety, tiller fall or not, hairy or bald husks, and the taste of the boiled rice). These selection criteria are prioritized differently from household to household according to household resources and social relationship. The farmers' descriptions of some rice cultivars illustrate the criteria used for selection as follows.

'bue jao hom'. This improved paddy rice cultivar provides a high yield of 80 tang per 1 tang of seed, whereas other varieties yield, on average, 45 tang per 1 tang of seed. It is an early variety, which is preferred by households. It did not produce sufficient rice in the previous year. This cultivar does not like cold water and, as it is not a photo-sensitive variety, is suitable for planting on plots where effective rains are late. Traditional, photo-sensitive varieties usually provide low yields when planted in such plots.

'bue suu khi'. This cultivar is considered to be an "upland rice cultivar for the poor." It provides a secure average yield of about 45 tang per 1 tang of seed. When cooked, it rises well in the pot—the main reason for poorer farmers' preference for this cultivar. The taste of *bue suu ki* is not greatly appreciated.

'bue phlow pli'. Only farmers who do not have paddy fields grow this upland rice cultivar because it is usually harvested with paddy rice, late in November. It tastes very good.

During the exercise of studying and analyzing the farmers' rice production system, it was found that farmers are open and willing to test new cultivars; however, they start carefully, with only small amounts. If varieties prove successful, the farmers multiply the seeds themselves and distribute them to relatives and neighbors in their own network in order to exchange information. However, it has become evident that farmers tend not to replace their traditional cultivars entirely with the successful, high-yielding varieties introduced by the project and government extension services. In addition, farmers have not been disappointed with unsuccessful varieties, as this is part of their own experience in discovering new technologies within their concept of experiment.

Since 1992, the TG—HDP has supported Karen farmers in testing new paddy and upland rice varieties. It is capitalizing on the farmers' concept of experiment by using on-farm research trials to test different options that may fit the traditional cropping system. These trials are evaluated by the farmers, with support from project and extension staff who use participatory appraisal methods during field visits and village meetings. The on-farm experiment plots are also used as sites for exchanging information and ideas with other farmers from surrounding villages during field days; the plots are also aids in training extension staff to identify with ease cropping system interventions suited to farmers' circumstances. This strategy is being used by the project to identify and provide more options for farmers to increase and intensify production without risk.

Using this approach, farmers are at present testing and screening 72 paddy rice varieties received from the International Rice Research Institute (IRRI, Philippines) for highland conditions. This should induce a selection process for finding higher yielding paddy cultivars, and for increasing farmers' access to paddy rice genetic resources. Following the first harvest, farmers selected 27 varieties with which to continue. A similar strategy has been used to introduce red kidney beans (*Phaseolus vulgaris*) as a cash and subsistence crop, rhizobium strains for soil improvement, and pigeon peas (*Cajanus cajan*) for buffer strips and hedgerows, and to test intensive fallowing.

In conclusion, the Karens' traditional, highly diversified rice production system can sustain farmers' livelihoods for hundreds of years. However, due to change—population growth and increased cash demand—these extensive systems must be intensified. Nevertheless, the approach to transforming the traditional system must be based on the farmers' indigenous knowledge, in order to utilize their concept of experiment and the local information network. The extension approach must help farmers intensify their systems with the support of extension workers, who provide information and small inputs of various new and different options for farmers to test. The farmers select and apply those options that fit their systems. The extension and farmers' networks then provide the channels for the dissemination of farmer-approved technologies.

Farmyard Manure Management for Enhanced Sustainability

Benoit Marc[1]; Le Houerou Brigitte[1]; Godden Bernard[2]

[1]Institut national de la recherche agronomique (INRA), Station SAD, 88500 Mirecourt, France

[2]Université Libre de Bruxelles, Brussels, Belgium

Abstract

This research concerns a high-input farming system. Our objectives were to propose diagnostic and prognostic methods for application to real cases in dairy farms. We describe a management system for farmyard manure designed to reduce the risk of water pollution. Three types of method were used: on-farm diagnoses and surveys on farmer practices, prognoses of new management systems developed as a result of experiments conducted on farms or in the research station, and on-farm monitoring of the new management systems. This work began in 1991, and is now running with two farmer groups—five farmers operating biological farming systems, and 16 farmers belonging to an agricultural cooperative (CUMA) who are working in collaboration with extension services.

Résumé

Cette recherche menée en zone d'élevage laitier vise à trouver des solutions à la dégradation de la qualité des eaux souterraines. Les cas réels étudiés par enquêtes, suivis et expérimentations ont permis de mettre en œuvre et d'établir l'intérêt du compostage des fumiers de bovins. Ce travail, commencé en 1991, est arrivé à sa phase de développement en grandeur nature au sein d'une coopérative d'utilisation de matériel en commun (CUMA) et d'un réseau d'exploitations biologiques.

Introduction

This research concerns a high-input farming system. Our objectives were to propose diagnostic and prognostic methods for application to real cases in dairy farms. Nitrogen pollution of groundwater was studied in Lorraine (northeastern France). We suggest global improvements to the management of farmyard manure that reduce the impact of manure on groundwater quality.

Diagnostic Methods

Our diagnostic methods are based on surveys of farmer practices (Le Houerou 1993). Diagnosis of groundwater showing quality degradation ($[NO_3] > 50$ mg/L) on several watersheds in Lorraine revealed a relationship between farmer practices and nitrate contents in the springs (Salou 1992). The geological situations are karstic and there is excellent soil trafficability in winter; a large proportion of cropping systems are located on these watersheds. In winter, the soil trafficability induces a build-up of farmyard manure on the watersheds. The diagnosis of watershed limits is based on representation of the geological structure, but the limitation of limits precision suggests that this pollution problem is typical of the entire plateau (Salou 1992).

Better knowledge was necessary of farmer practices, especially regarding the use of fertilizer, on all fields belonging to the studied watersheds. With this as goal, we developed a farmer-friendly method based on the recent history of fertilizer use and crop yield. The method—called the BASCULE method—relied on good farmer relations and focused on the effect of location of the cropping system (in or outside the studied watershed) (Benoit 1992). It is based on calculation of the average balance between nitrogen inputs and outputs per field during a crop succession.

The following results were obtained in surveys of dairy farms in Lorraine (on the Vicherey-Beuvezin plateau). (a) Sixty-three percent of the total farmyard manure produced by the 39 dairy farms were spread over 455 ha, with from 40 to 80 t/ha/field. (b) The nitrogen (N) excess was found to be around 170 kg of N/ha/year on the watersheds when mineral fertilization was taken into account. (c) The 39 farms—the users of the plateau area—also used a large part of the grassland surrounding the plateau (>1780 ha), on which only 27% of the total farmyard manure was spread (Kung-Benoit 1992). Farmyard management is the main source of nitrogen excess in the watersheds.

Prognostic Methods

The new farmyard management practices must respect four conditions:

- (a) a significant reduction in the amount of nitrogen spread;
- (b) a decrease in nitrogen level per hectare;

– (c) no spreading in autumn or winter, when risks of nitrate leaching are high;
– (d) an increase in the area to which manure is applied, especially on the less sensitive areas and on permanent grasslands.

In this context, our aim was to produce an agricultural compost (Godden 1986). It is possible to subject farmyard manure to an aerobic process using low-cost agricultural equipment. We selected classical machinery, and the farmers of Vicherey-Beuvezin chose a collective solution [16 farmers created an agricultural cooperative (CUMA) called De l'eau vive]: equipments and buildings are maintained, used and managed cooperatively to reduce costs and to improve the organization of labor. The composting process is managed on 7 platforms.

The results of the composting strategy (Le Houerou 1993) were the following:

– (a) The mass decreased from 40 to 60% of the initial amount of dry farmyard manure; the total decrease in nitrogen was mainly due to volatilization. Leaching of nitrogen during the composting process was low under farmyard conditions.
– (b) The nitrogen level per hectare can be reduced significantly by spreading compost, as composting modifies three physical factors—the density is increased and fluidity and homogeneity are enhanced. Farmers of the CUMA used their own compost. Non-CUMA farmers can use CUMA equipment for a fee.
– (c) Compost spreads easily on grassland and pasture, so the new organic manure is not associated with the cropping fields. The compost spreading plans will permit an increase of the spreading zone from 455 to 1100 ha.
– (d) Spreading dates can be adapted to production needs: composting of farmyard manure in winter provides compost for use on the fields (at low application levels, 10–15 t/ha) in spring, and on the grasslands following cutting or during pasture.

Monitoring of Collective Composting

These new management systems have been developed over the past three years. We continue to monitor three parameters: the composting process (quality and amount of initial farmyard manure, trends in compost stocks, extent and quality of liquid losses, meteorological data), the spreading process (farmers' choices for spreading fields, amount spread, regularity of spreading, organization of work including time and equipment), and water quality (nitrate concentration in the springs).

Conclusion

This research project is based on a real agricultural problem concerning linkages between farmers, extension services, and researchers, and between the survey, monitoring, and experiments that comprise the research methodology. By taking a global approach, we were able to solve the initial problem existing between the farming system and groundwater quality. In the absence of control, the solution is not appropriate for adoption in other areas, but it does provide a new function for farmers in Lorraine—the maintenance of good water quality through collective organization. This may be the way forward for farming systems in general—preservation of groundwater quality with the aid of national or regional money, improvement of water protection measures, and an end to the development of curative solutions.

Acknowledgments

We are grateful to farmers in France and Belgium for their collaboration and their questions, to Annie Kung-Benoit and Corinne Revest for their collaboration as extension services managers, and to Jean Barlier, Claude Bazard, Damien Foissy, and Gilles Rouyer (SAD research station, INRA, Mirecourt, France) for their technical support.

References

Benoit M. 1992. Un indicateur des risques de pollution azotée nommé "BASCULE" (balance azotée spatialisée des systèmes de culture de l'exploitation). Fourrages 129:95–110.

Godden B. 1986. Etude du processus de compostage de fumier de bovin. Thesis: Université Libre de Bruxelles, Belgium. 136 pp. plus annexes.

Le Houerou B. 1993. Le compostage des fumiers de bovins, une des pratiques pour protéger l'eau. Presented at the GEMAS-COMIFER congress, 16–18 November 1993, Blois, France.

Kung-Benoit A. 1992. Reduction de la pollution nitrique: exemple d'un diagnostic en Lorraine. Fourrages 131:235–250.

Salou M.–C. 1992. Elaboration de la qualité des eaux souterraines en zone de polyculture-élevage. Thesis: Université de Metz and Institut national de la recherche agronomique (INRA), France.

Measuring Bioeconomic Sustainability: Use of Simulation and Case Study in Latin America

Leon-Verlarde, Carlos, U.[1]; Muñoz, Hector[2]; Davis, Peter[3]; Quiroz, Roberto[3]; Arce, Blanca[4]

[1]PRODAS/CONDESAN, CIP-IDRC, P.O. Box 1558, Lima 100, Lima, Peru

[2]Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), P.O. Box 1895, Paramaribo, Surinam

[3]Highland Farming System Project, IBTA-IDRC, P.O. Box 5783 La Paz, Bolivia

[4]INIAP, Fundagro, P.O. Bix 1701219, Quito, Ecuador

Introduction

Sustainability is one of the major concerns that agricultural system specialists are facing. Several definitions have been proposed. Most are based on the complexity of the agroecological system and the challenge is to obtain a single indicator to measure sustainability. The logical approach can be oriented so that different indicators can be used to explain sustainability in both broad and narrow terms. The broad approach should be based on a set of quantitative and nonquantitative indicators from different disciplines; the narrow approach represents a quantitative measure of the biophysical or bioeconomic response to different actions that have been carried out at producer level within a particular agroecosystem. In both cases, it is necessary to consider capital and natural wealth—in the first, as the stock of man-made materials, and in the second, as the natural stock provided by soil, plants, forage, breed animals, etc, in a specific environment.

A measure of sustainability of agricultural production systems implies the quantification of different bioeconomic parameters over time. It is not easy to measure sustainability by classic experimentation. In addition, high costs are involved and in most cases there are biophysical restrictions. Computer modeling can be used to simulate agricultural systems; biomathematical models make it possible to study and analyze combinations of scenarios relevant to sustainability (Leon-Velarde 1991).

Using different mathematical models, it is possible to determine the level of sustainability, which, in this paper, is defined in quantitative terms as the change in slope of the bioeconomic response over time. A zero or positive slope indicates bioeconomic sustainability for the characteristic studied; a negative slope indicates nonsustainability and the need for technological intervention. The use of mathematical models requires a database of each variable across time, which can often be difficult to obtain. Consequently, modeling and systems simulation offer an alternative for the analysis and measurement of bioeconomic sustainability, but do not replace the data field work.

The objectives of this study were (a) to demonstrate the use of biomathematical information in measuring bioeconomic sustainability, (b) to determine the sustainability of an alpaca production system by simulation, and (c) to use different biomathematical models to measure and explain the sustainability of a real dairy production system.

Material and Methods

Simulation of an Alpaca Production System

A structural computer simulation of a typical alpaca production system (80 ha) in Puno, Peru, was used to estimate the bioeconomic response (combination of fiber and meat production at constant price) over 15 years. The model components include feeding (availability, digestibility, and forage intake), animal and forage growth, reproduction, lactation, and production (fiber and meat) (Arce 1989). The management factors considered included grazing on the dry (10 ha by 3 months) and wet (70 ha by nine months) grazing zones of native pasture. The growth rate and digestibility of the forage were 2.25 kg/ha/day of dry matter for 57% and 9.8 kg/ha/day for 63%, respectively. The alpaca system had a grazing capacity of 0.9 alpaca/ha/year. The simulation process was carried out for 15 years with six repetitions.

Case Study of a Dairy Production System

Bioeconomic data collected for a typical dairy production system—St. Stanislaus college dairy demonstrations model—in Guyana over a 10-year period (1983–1992) were used to analyze and explain bioeçonomic sustainability. Initially, the productivity of the system was low due to the use of forage and limited supplements. The original dairy herd consisted of three cows, two heifers, and one bull calf; after 10 years, the average animal inventory of the farm consisted of 19 cows, 12

heifers, 2 female calves, and one breeding bull. The model farm (6.8 ha) consisted essentially of an animal componentintegrated by upgrading Creole cows to dairy types—and a forage component (antelope grass or *Echinonacloa pryamidalis*, which is an 'aquatic grass', well adapted to coastal acid soil and weather conditions). The farm model used rotational grazing (25–28-day cycle) on 3.5 ha for milking and dry cows, and 1.6 ha for replacement; the paddocks were enclosed by solar electric fencing. Supplements were provided by local byproducts (eg, wheat middling) and through forage conservation (silage for dry and wet seasons). Twice daily, milking was carried out in a simple cow pen with a milking parlor and milk room. No calf stimulation was involved. Calves were reared on bucket feeding to weaning at 8 months, and a health and fertility testing program was implemented (Davis, Muñoz 1993).

Results and Discussion

For both systems, the bioeconomic response—total income per year (US$/year)—was described using a logistic model: $y = a/(1+be^{-ct})$. During the analysis, three phases of sustainability were determined: phase I, initial sustainability; phase II, technical increments (between years 4 and 8) representing the results of technical efforts, and phase III, stable sustainability (biophysical and economic limits of the system).

For simulation of the alpaca system, the following parameters were used to describe the logistic function ($R^2 = 0.91$): a = 5553.7 (potential sustainability); b = 11.4 (technical increments), and c = 0.33 (rate of deceleration of the system, ie, diminishing returns). The biological response was expressed as the production of fiber and meat (kg/year). For fiber production ($R^2 = 0.92$), the following coefficients were used: a = 401.87, b = 3.61, and c = 0.25; and for meat production ($R^2 = 0.75$), a = 8150.86, b = 4.34, and c = 0.25. The average yields of fiber and meat were 225 ± 13 and 4282 ± 284 kg/year, respectively. The average bioeconomic response of the system was US$2095 ± 44 per year. Deduction of 60% of the production cost left a gross margin of US$838/year—which is low for an alpaca production system.

The logistic model used to analyze 10 years of field work (research and extension) revealed that the same dairy production system was bioeconomically sustainable. The calculated bioeconomic response indicated that the system responded well to the inputs (reorganization and management of main resources—forage and cattle—including human decision). The coefficients of the logistic equation for gross income ($R^2 = 0.93$) at constant price were a = 24 268, b = 6.50, and c = 0.51. The coefficients describing total milk production per hectare were a = 10 222; b = 5.06, and c = 0.45 ($R^2 = 0.91$). Similar phases of sustainability were also observed.

The gross margin was estimated, while taking account of the production cost and total income, by rescaling the logistic equation and adding a constant D = -4649.10 (as the original values were in a quadrant with negative values, it was necessary to rescale the data with the data corresponding to year one in order to fit the equation). The coefficients of the logistic function ($R^2 = 0.98$) were a = 4919.60 (which, in rescaled form, indicated a maximum gross margin of the system of US$270 per year), b = 9.93 (indicating the response of the system), and c = 2.21 (the diminishing return or deceleration of the system).

The milk production sustainability was approximately 10 000 kg/ha/year—similar to production levels reported in extension work in Central America (Centro Agronómico Tropical de Investigación, 1984). The stocking rate and milk production per cow per day were defined by the model $Y = a(1-e^{-bt})$, which expresses the technical increments obtained during extension work with the producer. The coefficients for the stocking rate were a = 6.4 and b = 0.27 ($R^2 = 0.96$). The interception of this equation with a quadratic function revealed the stocking rate of the system (5.2 cow/ha/day). The coefficients for milk production per cow were a = 8.96 and b = 0.79 ($R^2 = 0.80$). This model describes the capacity of native cows to produce milk in an intensive dairy production system.

It is important to note that field data show a biological and sustainable response for the model farm proposed; however, the economic level is low due to inflationary changes in the Guyanese economy. Likewise, the information analyzed indicate the systems' limits in utilizing the main resources. The real values of production and productivity also indicate the limits that the dairy or alpaca systems have attained with sustainable bioeconomic production. Attempts to increase productivity could affect forage production and result in a nonsustainable production system.

References

Centro Agronómico Tropical de Investigación (CATIE). 1984. Annual report. Animal production program. Turrialba, Costa Rica: CATIE. 85 pp.

Arce B. 1989. Analysis of the alpaca production systems of small farmers in Puno, Peru. Thesis:Pontificia Universidad Catolica de Chile, Santiago, Chile. 222 pp. (In Spanish)

Davis P, Muñoz H. 1993. The St. Stanislaus college dairy demonstration model: an improved dairy production system on Guyana's coastal plain. CARAPHIN News 7:7–8.

Leon-Velarde CU. 1991. A simulation model to analyse the bio-economics function of cows in intensive dairy farms using a system approach. Thesis: University of Guelph, Canada. 255 pp.

Patterns of Change in Smallholding Systems

Suarez, Ruth
Centro de estudios ganaderos y agricolas (CEGA), Calle 103 A n°. 23 A 32, Santafé de Bogotá, Colombia

A study conducted in the Andes mountains in Colombia attempted to reconstruct the way in which production systems in peasant smallholdings had changed owing to an increasingly commercial orientation of the economy, and the formation of population centers. A common characteristic of the selected areas was the effect—to a greater or lesser extent—of the capital city Bogotá.

Objective of the Study

The study aimed to provide criteria for rural policy, based on patterns of change in smallholding production systems.

Main Results

Production systems were preserved in all farms of the study area. Individual activities within the systems shifted away from the traditional physical exchanges of energy toward a market hierarchy. The main activities were oriented toward national markets and secondary activities, toward regional and local markets. The least important crops (in terms of investment and labor) were used for home consumption.

Technical changes took place according to the hierarchy of the markets supplied. They aimed at higher productivity, and pest and disease control in crops for nationally integrated markets. Fewer specialized practices and inputs were used for locally marketed products. The level of labor and industrial inputs was minimum for products intended for home consumption.

Farmers' interest in preserving a number of activities organized as a production system was observed in the continuous changes of activity or crop variety rather than practices, implements, or inputs. As population centers develop, new activities and varieties are integrated into old ones, generating a continuous income flow for the family. Long-duration crops that hindered a continuous flow of income were dropped.

In locations that had been inhabited for a long time and where a tradition of autarky had developed, new crops, activities, and varieties were less common. Farmers preserved the techniques and crops of their ancestors. But they also adopted activities designed to preserve and strengthen their familiar economic patrimony, for example, long-term planting of fruit trees to increase value of their land.

Institutional adaptation and changes in family structure, forms of reciprocity, and labor relations facilitated innovation in the traditional production systems. The shift from the patriarchal approach to a family approach allows greater individual freedom to the young so that they can experiment and undertake new activities, or reorganize the production system in plots of land under their own responsibility. The new work and pay systems, which resemble commercial systems (eg, companies), have extended the production system beyond the fence of the family smallholding.

Better education, contact with the city, and the institutional innovations described earlier have improved the bargaining power of producers. New forms of commercial negotiation have been adopted and markets for regional collection and distribution strengthened.

Diversification of production for a given commodity is one of the strategies adopted for strengthening bargaining power. Other visible changes are: adaptation of varieties and crops by farmers, experiments, search for suitable technology, creation of markets, and a greater capacity for establishing dialogue with the rest of society.

Conclusion

Production systems change and are reorganized by the influence of a more "artificialized" factor. Research on changing production systems can contribute to policy formulation:

- For defining short- and medium-term hierarchies of priorities for research and dissemination at regional and local levels;
- For redefining policies for credit, marketing, rural land use, and education. Policies can be used to promote changes in the family structure, to introduce egalitarian and democratic forms of association, and to encourage desirable innovations in production. For example, in the study area, the production system could be reorganized by granting credit to the young, and by recognizing their right to work their fathers' land on an individual basis. The new policies made it economically possible for businessmen to share the risks of production and, especially, innovation on equal terms with their peasant partners.

Choice of Component Intercrop Models in Citrus-Based Cropping Systems: A Conceptual Socioeconomic Viewpoint

Gyansa-Easmon, CE; Opare Danso, W
University of Ghana, Agricultural Research Station, PO Box 43, Kade, Ghana

Abstract
Various crops are usually interplanted among citrus in young plantations to provide an additional source of income to farmers. The concept of socioeconomic aspects in the choice of component intercrops in such citrus-based systems is discussed.

Key words
Citrus, intercropping, socioeconomics.

Introduction

Citrus production, as with all types of arboriculture, is a sustained revenue-generating enterprise that is optimized about 10—15 years after transplanting (YAT). The high costs of crop maintenance (weed control, soil conservation through erosion control) until the early fruiting stage are reduced by intercropping. This practice provides a source of income and also serves to recoup the investment made in establishing the plantation.
The agronomic model for citrus-based cropping systems described by Gyansa-Easmon (in press) delineated four intercropping patterns, in which the number of intercrop entries are represented as serial components:
– one-component system: single intercrop
– two-component system: two intercrops
– three-component system: three intercrops
– four-component system: four intercrops
This paper discusses the socioeconomic determinants of the choice of such intercropping models.

Concept

The model is based on the assumption of a smallholder with a newly developed field of 0.40 ha. It is transplanted to 7-month-old budlings of the sweet orange variety Late Valencia at a square spacing of 6 m x 6 m. Household members represent the sole source of labor, and diversified farm income is the sole capital base. The farmer decides to crop the bare interspaces with short-duration annuals such as maize, upland rice, soybean, or cowpea. The farmer has two options in the choice of the type of component system.
– Revenue maximization from the intercrop, using the optimized plant density concept, whereby the land is cropped to the highest, agroeconomically possible density.
– Ensuring a backup for household food security.
The one-component system, which is actually a monocrop of the intercrop, is ideal for the revenue maximization option. This intercropping practice could be considered as purely market-oriented. The main possible constraints include untimely availability or lack of adequate certified seed or a contingent source of credit. These constraints could, however,

be alleviated through reliable rural financial markets (eg, rural banks) and efficient seed services.

The two-component system is usually defined as the cultivation of two intercrops planted substitutively (Vandermeer 1992) on the same piece of land. This is a largely revenue maximizing practice. It is tactical in nature, as a second crop substituting for the monocrop could offset a fall in prices due to oversupply. Marketing efficiency could be enhanced by shortening the produce holding time (Gyansa-Easmon, in press), which is the change over time between two market functionaries along the produce flow chain. Relative differences in certified seed prices of the subcomponent intercrops, which could reflect their nutritional importance (eg, maize and cowpea), are constraints to be addressed.

The three-component system, being the substitutive polyculture (Vandermeer 1992) of three foodcrops within the interspaces, is essentially a backup strategy for household food security. The crops could supplement other food production activities of the family. The farmer may market only the commodity that is in excess of household requirements, especially if extraneous farming operations are of such a scale that they complement the citricultural intercropping practice. The farmer would then need additional inputs for the subcomponent intercrop intended for the market.

The four-component system, involving the polyculture of four foodcrops substitutively in the interspaces, solely serves to insure household food security. The intercrops are supplementary only nutritionally, as none of the subcomponents can be optimized to produce a surplus for the market. The farmer depends on just a fraction of the first season's harvest to plant the next and any investment in establishing the first crop could be defrayed by marketing the subcomponent that is in greatest demand.

Acknowledgment

The authors are grateful to Professor EV Doku of the Crop Science Department, University of Ghana, Legon, for reading the manuscript. George Mensah, system analyst at the Noguchi Memorial Institute for Medical Research, University of Ghana, Legon, and his staff are also thanked for providing wordprocessing facilities.

References

Gyansa-Easmon CE. Citrus-based cropping systems: an agronomic model. (In press)

Vandermeer J. 1992. The ecology of intercropping. Cambridge, UK: Cambridge University Press. 237 pp.

4

Savoirs paysans / Indigenous Knowledge

Savoirs paysans et innovations : Comment les recherches-système sur l'innovation intègrent-elles les savoirs paysans ?

What role does indigenous knowledge have in systems approaches to agricultural innovation?

Building on Rural People's Biotechnology: A Double Challenge for Research and Development

Haverkort, Bertus
Information Center for Low External Input and Sustainable Agriculture (ILEIA),
c/o ETC Foundation, PO Box 64, 3830 AB Leusden, The Netherlands

Abstract

Biotechnology is a relatively new scientific domain. Small-scale farmers and poorer countries could lose from the application of certain biotechnological practices. As most research on biotechnology is conducted by the commercial sector in the north, it is rarely conducive to resource-poor farmers' conditions. Biotechnological research with a participatory focus is even more scarce. Given the expected impact of biotechnology on agriculture in the south, participatory biotechnological research for resource-poor farmers presents a double challenge for research. This paper highlights the need in such research for a distinction between different types of agriculture. Biotechnological research for resource-poor farmers should not in the first place focus on genetic modification but on a range of other technologies. Such research programs could be built on existing ethnobiotechnological practices, a number of which are mentioned in the paper.

Résumé

Construire sur la biotechnologie du monde rural : un double enjeu pour la recherche et le développement

La biotechnologie est une science relativement nouvelle. Les petits exploitants agricoles et les pays pauvres peuvent être pénalisés par l'application de certaines pratiques biotechnologiques. La recherche biotechnologique est en grande partie orientée vers le secteur commercial des pays du nord, tandis qu'elle n'est pratiquement pas appliquée pour valoriser les ressources des exploitants plus pauvres. La recherche biotechnologique participative est encore plus rare. Etant donné l'impact attendu de la biotechnologie sur l'agriculture des régions du Sud, la recherche biotechnologique participative pour la valorisation des ressources des petits exploitants représente un double enjeu. Ce document attire l'attention sur le besoin de différencier la recherche en fonction du type d'agriculture examiné. La recherche biotechnologique pour l'amélioration des ressources des exploitants des régions pauvres ne devrait pas se concentrer sur les améliorations génétiques, mais sur l'usage d'autres technologies. Elle pourrait s'inspirer des pratiques ethno-biotechnologiques existantes, telles que celles examinées dans ce document.

Introduction

While world population grows rapidly, agricultural yields often stagnate and even decline in some areas. Rural poverty is escalating in many parts of the world, and the natural resource base is being seriously degraded. Conventional approaches to agricultural modernization based on the principle of intensification through specialization (as in green revolution agriculture) have not been able to adequately address these problems.

Many forms of traditional agriculture are no longer considered appropriate, given the changing consumption demands of the people and increasing size of the population. New approaches that have emerged during the past decade should be considered by the scientific and donor communities.

Both conventional (green revolution) and traditional systems of agriculture are subject to modification as they respond to constraints and emerging possibilities. Organic agriculture also receives increasing attention and recognition.

Scientists face the challenge of determining the comparative advantages of different approaches under a range of ecological, economic, and sociocultural situations, and of supporting each approach appropriately through specific research and development. The challenge for policymakers is to design instruments that enhance complementarity between each of these systems and support the development of each system.

Biotechnology can probably play an important role in each agricultural development approach. However, the specific way in which it can be applied to each agricultural

system needs to be defined. A differentiated approach to the application of biotechnology in tropical agriculture is required. Specific applications particularly for marginal agricultural areas need more reflection and innovative thinking.

Differentiating Approaches to Agricultural Development

Different approaches to tropical agriculture and some of their characteristics are summarized in Table 1. Traditional agriculture and green revolution agriculture are often not sustainable. Traditional agriculture generally has a relatively low level of productivity and can only be sustained for certain population levels with a low demand for external consumer goods. Modernization has led to higher population growth and increased consumer demand, while the natural resource base and the indigenous knowledge to use it wisely are disappearing rapidly (Richards 1985; Wilken 1987; Marten 1986). Substantial human and financial investments will be needed to regenerate these agroecosystems and to manage them in a sustainable way.

Problems ensuing from the introduction of high external input agriculture are well documented and convincingly demonstrate that the green revolution approach as originally conceived is not sustainable. Packages of chemical-based technologies often led to such disturbance in the natural agroecosystem that, after the first boost in production, yield reductions were inevitable.

Two movements of change in agriculture can be distinguished; they have different starting points, but follow a similar direction. In green revolution agriculture initiatives are taken to increase the efficiency of external inputs; they lead to several forms of integrated agriculture including integrated pest management (Kenmore 1991) and integrated plant nutrient systems (Roy, Ange 1992).

In traditional agriculture, conditions for green revolution agriculture do not exist because of irregular rainfall and unavailability or high cost of external inputs. Currently, the objective is development with maximum use of locally available resources and natural processes, supplemented by external inputs. In this process functional diversity is sought to obtain maximum synergy between different crops, animals, and people. This improved traditional agriculture is referred to as low external input and sustainable agriculture (LEISA). It combines the knowledge base of traditional agriculture, organic agriculture, conventional agriculture, and ecology to develop site-specific agricultural systems (Reijntjes et al 1992; Altieri 1987).

Organic agriculture, as defined by the internationally agreed IFOAM standards, for the time being plays a limited role in tropical agriculture as the marketability of organic products is a major problem. However, there exist numerous local and indigenous forms of organic agriculture, for example, rice–fish production in Viet Nam (Lightfoot, Minnick 1990) and a number of internationally recognized and studied methods such as natural farming and permaculture (Mollinson 1988).

Comparative Advantages

Comparative advantages between these different approaches depend on local (natural) conditions, and local and national resources, needs, and priorities. Integrated agriculture fits logically in regions with favorable production conditions where fast-growing urban populations have to be fed. LEISA is suited to regions where economic conditions do not allow farmers to buy expensive external inputs. Organic farming can be introduced in areas where sufficient organic matter is available and consumers are prepared to pay higher prices. The economic attractiveness of each of these systems may change according to relative prices of inputs and produce, and agricultural policies.

Role of Biotechnology

Biotechnology comprises a broad range of techniques that use (parts) of microorganisms, or cells and tissues of higher organisms to supply goods and services. Major techniques include fermentation and food processing; microbial inoculation of plants and animals; production and use of biofertilizers, biopesticides, and veterinary and human drugs; and tissue culture, embryo transfer, and DNA techniques.

It is obvious that biotechnology will play a different role in green revolution agriculture, integrated agriculture, organic agriculture, and LEISA. For any system the first priority is indicated by an analysis of constraints and production characteristics.

Green revolution agriculture and integrated agriculture are based on the principle of optimizing production conditions for plants and animals with a narrow genetic resource base; thus genetic modifications also play an important role. In green revolution agriculture, emphasis is currently placed on the development of pesticide- and herbicide-tolerant varieties. Integrated agriculture currently focuses on the development of pest-resistant crops; integration of biofertilizers and biopesticides has begun.

Farm systems in LEISA and organic agriculture are more diverse and complex, and intensification is achieved through well-designed diversification. These forms of agriculture are characterized by a broad genetic resource base, and interaction between a range of different organisms in which cyclic processes play a major role. Pest management aims at prevention, through the use of natural processes to counter the effects of pests. The ultimate goal is not maximum production for the (world) market, but sustainable and stable production for local consumption. In this context risk reduction and bridging of lean seasons are important.

The role of biotechnology in such systems is more complicated. A specific genetic characteristic in a particular crop or animal is less important for the success of the total production system than in monocropping systems. Genetic modifications are time—and cost-consuming activities and their impact will probably not outweigh the effects at farm

Table 1. Some characteristics of development approaches to tropical agriculture.

	Green revolution	Sustainable agriculture			Traditional agriculture
		Integrated agriculture	Organic agriculture	Low external input sustainable agriculture	
Basic characteristics	Science-and technology-based for irrigated (favorable) conditions and monoculture : Intensification by specialisation	Integrating some agroecological principles: integrated pest manag ement and integrated plant nutrient system	Locally adapted farming systems based on appropriate standarts to develop agriculture as a living ecosystem and as an alternative to specialisation and reliance-on chemicals inputs, considering the wider social and ecological impacts	Complex and integrated systems based on maximum synergy, minimum losses, local farmers' knowledge, and agro ecological sciences; intensification by diversification.	Complex systems with complementarity between crops, animals, and people; based on local farmers' knowledge
Goal	Economic: To maximize production for the market	Economic and ecological: To reduce use of damaging chemicals	Multiple economic, ecological, and social goals: To optimize productivity for on-farm consumption and the market, to conserve the resource base, and to acknowledge cultural integrity of rural population		Self-sufficiency
Level of external inputs	High	Medium	Medium to low (only organic)	Medium to low	Very low
Pest management	Chemical: To eliminate or reduce pests	Chemical and natural: Reduced pesticide use combined with plant breeding and natural enemies	Agroecosystem diversity and stability to minimize pest outbreaks		
			Natural	Natural and limited chemical	Natural
Fertilization	Mineral	To balance production and conser-vation: chemical and organic	To secure favorable soil conditions by managing organic matter, enhancing soil life, optimizing nutrient availability, and balancing nutrient flows		Fallowing, flooding, and other sources of natural fertilizers: organic
			Organic	Organic and limited mineral	Organic
Diversity of farm system	Low (specialized farms)	Rather low	High, as genetic diversity and mimicking of natural processes are the basis of a stable agroecosystem		
Research location and mode	Laboratory and on-station, transfer of technology	On-station and on-farm research	On-farm experimentation	Participatory technology development	Farmers' own technology development
Present focus of bio-technology	Genetic modification (herbicide resistance) and other technologies	Genetic modification (pest resistance) and other technologies	Building on indigenous biotechnologies: to optimize use of symbiotic microorganisms, local genetic resources, biofertilizers, biopesticides, ethnoveterinary practices; to improve process technologies		Indigenous management of microorganisms

household level. Moreover, genetic modification is forbidden in organic agriculture.

This leads to the conclusion that, for LEISA, genetic modifications are not likely to be the most relevant form of biotechnology. But this does not mean that the knowledge, research capacity, and funding opportunities associated with modern biotechnology would not be relevant for agriculture in marginal areas. They would enable the research community to further develop biofertilizers, biopesticides, locally available human and animal drugs, local food processing, and low-cost tissue culture for disease-free material. They would also support efforts to make better use of indigenous genetic resources. The development of site-specific and appropriate biotechnologies should be based on indigenous practices.

Building on Local Knowledge and Practice: Ethnobiotechnology

Traditionally, farmers have developed a range of technologies to respond to local needs, opportunities, and price relations. These technologies are based on sound knowledge and use of locally available resources. Many involve local management of microorganisms. Such technologies are termed 'ethnobiotechnologies'.

Managing Interactions between Different Organisms

Local farm systems generally use multiple farm systems where a wide range of grain crops, tuber crops, leguminous plants, trees, and grasses are combined with different animals such as fowl, ruminants, and aquatic animals in a deliberately chosen configuration and sequence. Little research has been undertaken on these plant–plant and plant–animal interactions and processes of complementarity, synergy, allelopathy, and competition; the role of microorganisms in such multiple cropping systems has also not been adequately studied. Farmers use their understanding of the effects of these interactions to manage complex systems. The Lua of northern Thailand cultivate about 120 crops; the Hannoo of the Philippines may plant 150 species of plants at one time in the same swidden. In their overview of indigenous farmers' knowledge in Zimbabwe, Gata and Kativhu (1991) conclude that women in particular have developed sound scientific and technological knowledge of agriculture. Lightfoot and Minnick (1990) describe the bioresource flow of integrated crop–livestock–fish farming in Viet Nam. Microorganisms play important roles in such integrated systems, although farmers do not frequently have scientific knowledge of their effects.

Management of Indigenous Genetic Resources

Management of genetic resources generally involves an elaborate mix of landraces, which together have the genetic characteristics to combat local stress factors. Many autochthonous crops tolerate difficult conditions such as poor soils, erratic rainfall, drought, pests, and diseases, and produce harvests on lands too poor to support major staple crops. For example, sorghum and especially millet are more tolerant of drought than maize, although they yield less grain under normal conditions. Farmers in Africa frequently grow a mix of sorghum, millet, and maize to spread risk. Many varieties of legumes, especially cowpea, adapt to low rainfall, and vegetables such as *Amaranthus* can survive periods of low rainfall. The baobab tree is an important source of dietary calcium and vitamin C in many African countries. The pods of the African locust bean, a rich source of protein, are eaten raw, cooked as a vegetable, or fermented. A study by the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) describes more than 150 unconventional plants that play an important role in the livelihood system of African people. Another study by the IIED/WWF described a great number of unconventional plants; for example, in the apparently maize-dominated agricultural system of Bungoma, Kenya, people grow at least 100 different species of fruit and vegetables. The Tswana in Botswana use 100 animal species as a source of food. But scientific knowledge and appreciation of the qualities of landraces is limited (Hobbelink 1991; Juma 1989; Lipton 1989). However, awareness that these landraces may hold the key to plant breeding for risk-prone areas is increasing. Systematic description, selection, and breeding of indigenous varieties may yield (mixes of) cultivars that are adjusted to the environment.

Ethnoveterinary and Human Medicine

Local people frequently use a variety of botanical and other natural drugs to prevent and treat animal diseases. Little research has been undertaken on their efficacy, active ingredients, and processes, but their importance for many local people is beginning to be recognized. Many plants used in traditional medicine are also valuable for scientific medicine, for example: quinine, picrotoxin (respiratory diseases), and strophanthin (heart diseases). The herb *Combretum mucronatum*, which is used in traditional medicine in Ghana against guinea worm, has now been scientifically tested and has proved to be effective (Mathias-Mundy, Murdiati 1991; Mathias-Mundy, McCorkle 1989). The berries of endod (*Phytolacca dodecandra*) are used as a detergent for washing clothes in Ethiopia; they can also be used to control snails that carry schistosomiasis. Mathias-Mundy and Murdiati (1991) describe how 23 different plant species are used as traditional medicine for ruminants in Java.

Mathias-Mundy and McCorkle (1990) produced an elaborate bibliography on ethnoveterinary medicine, including research on causes of ethnomedical diseases, disease classification, pharmacology, toxicology, vaccination, surgery, management practices, and magicoreligious practices. They indicated the potential and limitations of ethnoveterinary medicine and proposed research recommendations.

Biofertilizers

A range of microorganism-based biofertilizers is used to maintain or improve soil fertility (Lal 1987). Materials used by farmers include animal waste, straw and crop residues, forest leaves, night soil, green manure, and a number of biological materials such as nitrogen-fixing bacteria,

Mycorrhiza, blue green algae, and earthworms. The aquatic fern *Azolla* , which occurs in both temperate and tropical rice-growing regions, fixes atmospheric nitrogen in symbiotic association with the bacteria *Anabaena azolla*. *Azolla* has been used as a fertilizer for rice in Viet Nam and China for ages; in several other countries its use is relatively new. Further research is needed to understand the factors such as water, mineral nutrients, light, temperature, pH, and soil salinity that affect growth and nitrogen fixation. The findings will serve to define the best management practices such as rate and time of inoculation; fertilizer application; rice planting methods; insect, disease, and weed management; and method of using *Azolla* (before transplanting and/or as dual crop).

Biopesticides

In traditional farm systems several natural means are used for protecting crops against pests and diseases. Soursop (*Annona muricata*) is an effective contact and stomach poison that can control insects such as aphids, brown rice hopper, and diamond blackmoth. Chili pepper (*Capsunium frutescens*) is effective as a stomach poison against ants, aphids, caterpillars, and Colorado beetle. Derris (*Derris elliptica*), garlic (*Allium sativum*), mammey (*Mammae americana*), neem (*Azadirachta indica*), and a dozen other plants are reported to be effective pesticides; however, research on active ingredients and biological processes explaining their efficacy is inadequate.

Food Processing

Storability under local conditions is frequently an essential element of the survival strategy of rural populations, especially in agricultural systems with dry seasons. Bacteria, enzymes, and other microorganisms are used in dairying, beer and wine processing, and fermenting of produce (eg, meat, cassava, and soybean). Taste and use are generally location-specific. Dirar (1993) described 90 ways of traditional food fermentation in Sudan; many of them can be traced back 2000 years, but some are disappearing. Without these processing techniques food availability during dry periods, use of undigestible products, and enhancement of the nutritive value of food would be difficult. Modern biotechnology can be applied to improve raw materials, to develop improved bioreactors, and to enhance microbial performance of starters. It could also expand its resource base by including microorganisms used by rural women.

Despite their ingenuity and site-specific appropriateness, many of these village-based methods can be improved further. Population growth, changing needs, and the possibilities of systematic use of scientific knowledge could drive such improvement.

The disciplines involved in the development of biotechnology, such as microbiology, genetics, and process technology can play a major role in understanding and improving ethnobiotechnologies. In addition, social sciences can indicate the relevance of these technologies in specific sociocultural environments to help researchers design methods for technology development.

Priorities for Research and Development

The priorities for biotechnological research and development in low external input sustainable agriculture are:

- To increase understanding of ethnobiotechnology and support its improvement by documentation of existing practices, in such a way that the people themselves will be able to draw lessons and remain the main actors.
- To improve understanding of the biological and physical processes involved in local practices related to microorganism management (eg, inventory of local knowledge on genetic resources, biofertilizers, and botanicals; isolation, characterization, study, and conservation of active ingredients and active microorganisms); and to understand the specific cultural context in which these technologies are used.
- To refine and improve processes through, for example, selection and breeding to support farmers' efforts in genetic improvement; improvement of biofertilizer and biopesticide efficiency; reduction of toxic and antinutritional components; enhancement of vitamin and protein contents; hygiene improvement; reduction of fuel and labor needs; development of substitutes for scarce resources. Methods such as participatory technology development can serve as important research tools.
- To improve utilization of locally produced biotechnological products (eg, through information dissemination about the technologies among rural women, and better packaging and commercialization of local products).
- To develop local capacity. Industrialization and patenting of biotechnological developments may be unavoidable, but they ensure that the rural poor, on whose knowledge the improved technologies are based, will benefit from these developments. Higher priority should be given to the improvement of local practices than to the import of technologies from the industrialized world. Physical and educational infrastructure, and legal systems are indispensable to support ethnobiotechnology development.

References

Altieri M. 1987. Agro-ecology: the scientific basis of alternative agriculture. London, UK: ITP.

Dirar HA. 1993. Fermentation techniques and food security in rural Sudan. Biotechnology and Development Monitor 16:16–17.

Gata NR, Kathivu AL. 1991. Research and documentation of indigenous technology. Good systems and natural resource management in Zimbabwe. Harare, Zimbabwe: DR and SS.

Hobbelink H. 1991. Biotechnology and the future of world agriculture. London, UK: Zed Books.

Juma C. 1989. Biological diversity and innovation: conserving and utilizing genetic resources in Kenya. Nairobi, Kenya: ACTS.

Kenmore P. 1991. How rice farmers clean up the environment, conserve biodiversity, raise more food, make higher profits: Indonesia's IPM—a model for Asia. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

Lal R. 1987. Tropical ecology and physical edaphology. Chichester, UK: Wiley and Sons.

Lightfoot C, Minnick DR. 1990. Integration of aquaculture and agriculture: route to sustainable farming systems. NAGA, the ICLARM Journal.

Lipton M. 1989. New seeds and poor people. London, UK: Unwin Hyman.

Marten GG (ed.). 1986. Traditional Agriculture in Southeast Asia; a human ecology perspective. Boulder: Westview.

Mathias-Mundy E, McCorkle C. 1989. Ethno-veterinary medicine: an annotated bibliography. Ames, IA, USA: Iowa State University, Technology and Social Change Program.

Mathias-Mundy E, Murdiati TB. 1991. Traditional veterinary medicine for small ruminants in Java. Bogor, Indonesia: AARD.

Mollinson B. 1988. Permaculture, a designer's manual. Tyalgum: Tagari Publications.

Reijntjes C, Haverkort B, Waters-Bayer A. 1992. Farming for the future. An introduction to low-external-input and sustainable agriculture. London, UK: Macmillan.

Richards P. 1985. Indigenous agricultural revolution; ecology and food production in West Africa. London, UK: Hutchington.

Roy RN, Ange. 1992. Integrated plant nutrition systems and sustainable agriculture. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

Wilken GC. 1987. Good farmers: traditional agricultural resource management in Mexico and Central America. Berkeley, CA, USA: University of California Press.

Systematic Integration of Knowledge Systems: An Underutilized Potential for Agricultural Development in Marginal Areas

Simpson, Brent M
Department of Resource Development, 323 Natural Resources Building, Michigan State University, East Lansing, Michigan 48824-1222, USA

Abstract
Cultural growth and survival depend on the generation and assimilation of innovations that allow a society's members to meet the continually changing conditions with which they are faced. This internal process of cultural evolution is knowledge-driven, based upon information and materials arising from several sources (traditional, individual, external), which together comprise the local knowledge system. In marginal environments, such as the Office de la Haute Vallée du Niger in Mali, where the formal institutions of research and communication have neither built upon local knowledge nor contributed to its further development, these same institutions have found that they have little impact on the direction and rate of change in local production systems. An approach that integrates the local and external knowledge systems is suggested here, as a means of improving both the relevancy of externally generated innovations, and farmers' capacity to carry out their own interventions—essential to self-sustaining, rural development. Because of the social differentiations of local knowledge holdings and communication channels, special attention will need to be given to the selection of approaches used by the formal institutions in order to reach the different segments of the population.

Key words
Agricultural development, cultural evolution, indigenous knowledge systems, informal research and communication, knowledge integration, Mali, Office de la haute vallée du Niger (OHVN), West Africa.

Résumé
L'intégration systématique des systèmes de connaissance : un potentiel sous-utilisé dans le développement agricole des zones marginales
L'évolution et la survie culturelles dépendent des innovations et de leur assimilation qui permettent aux membres d'une société de s'adapter aux changements auxquels ils doivent faire face. Ce processus interne d'évolution culturelle dépend des connaissances, qui sont acquises à travers les différentes sources d'information et de documentation (traditionnelle, individuelle, extérieure) et forment le système du savoir. Dans les zones marginales (comme l'Office de la haute vallée du Niger) au Mali, où les instituts de recherche et de communication traditionnels n'ont pas tenu compte du savoir local, ni contribué à le faire avancer, ces mêmes instituts se sont rendu compte qu'ils avaient une influence très faible sur l'orientation et la vitesse de progression des systèmes de production locaux. Nous proposons ici une approche qui intègre les systèmes de connaissances locales et externes, de façon à augmenter la pertinence des innovations et permettre aux paysans de développer leur capacité d'intervention qui est essentielle pour un développement rural autosuffisant. A cause des différences sociales entre les porteurs du savoir local et les canaux de communication, il faut attacher une attention toute particulière à la sélection des méthodes d'approche utilisées par les institutions traditionnelles pour atteindre les différentes couches de la population.

Introduction

The majority of farmers in southwestern Mali not only must manage a difficult and, at times, hostile environment, they lack the effective political voice and economic influence needed to demand increasingly relevant inputs from the formal systems of research and extension. As a result, farmers rely and continue to build upon a wealth of indigenous knowledge and experiences gained through their intimate association with the land. An analysis of the service-delivery systems of a large, integrated rural development program [Office de la haute vallée du Niger (OHVN)] (Bingen et al 1994) operating in this area with its sister program, a farming systems research unit [Département de recherche sur les systèmes de production rurale, volet OHV (DRSPR/OHV)], suggests that these

formal structures of research and communication represent a completely separate knowledge and cultural system—one that does not interact with farmers' indigenous knowledge.

While rarely acknowledged by research and extension programs, the intent of "agricultural development" is to influence and change the standard patterns of behavior of large groups of individuals, in effect shaping their cultural evolution. In general, the formal systems of research and extension, such as those operating in the OHVN zone, have attempted to impose their set of objectives and world views upon those managing the agricultural systems, rather than working to build upon, or stimulate, the internal capacities of the local systems. As a result, the knowledge gap between the local and external systems has failed to narrow, leaving farmers to independently pick through the extended technologies in an attempt to salvage useful information.

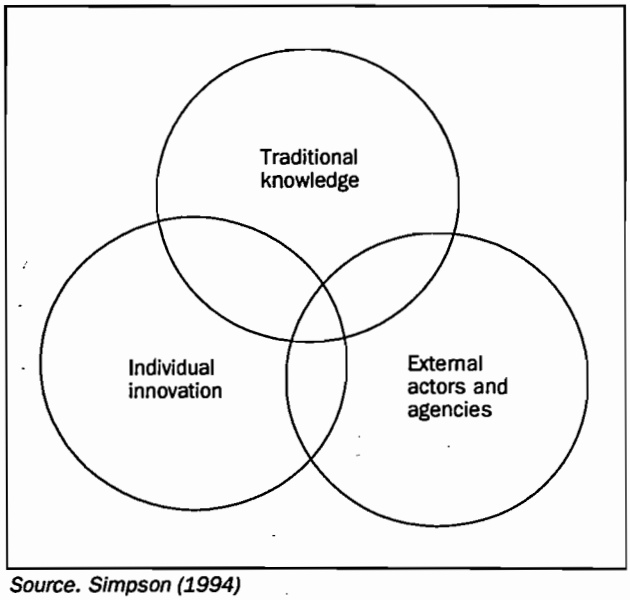
Knowledge, Innovation, and Cultural Change

Barnett's (1956) writing on the role of innovation in cultural change suggests that, over time, individual innovation leads to technological and sociocultural evolution—change in the basic structure of a society's knowledge, beliefs, and behavior. This perspective highlights the fundamental relationship between the informal processes of individual experimentation and information exchange, and that of cultural change. Yet this view is also in direct contrast with the dominant approach to agricultural research and development, which emphasizes not the stimulation of internal processes, but the introduction of change from outside.

In looking at the household production systems of southern Mali, one finds that farmers' agricultural "performances" (Richards 1989) and innovative changes are largely products of their personal knowledge, skills, and insights. Like other resources, local knowledge is not homogeneous in its distribution; rather, it is partitioned into different "pools". In the aggregate, the sum of knowledge held by a society's members is referred to as the "social", or collective, pool of knowledge (Berger, Luckmann 1966). But while societal members share a common core of knowledge that literally defines their joint perception of reality (Berger, Luckmann 1966; Holzner, Marx 1979), individually, knowledge holdings are neither identical in their quantity nor quality, being influenced and shaped by a number of social factors including gender, age, ethnicity, kinship ties, and religious affiliations, among others (*eg*, Johnson 1972; Simpson 1994; Swift 1979). Each individual's knowledge holdings arise from information gained from a number of sources, based upon their contact with different information networks.

Viewed in its entirety, the local knowledge system, shown schematically in Figure 1, is composed of contributions from three major sources—the social reproduction of cultural traditions (traditional knowledge), individual discovery and innovation (individual knowledge), and information acquired from external actors and agencies (external knowledge)—to include other farmers, merchants, researchers, nongovernment organizations (NGOs), *etc* (Simpson 1994). The intersection of the different sources depicted in this diagram illustrates the exchange and sharing of information and materials between each of the different pools. The evolution in cultural traditions occurs as new techniques and practices, originating from the pools of individual and external knowledge, are gradually assimilated into the behaviors, knowledge, and beliefs of a society's decisionmakers, and are passed on to the younger generation as part of the culturally shared body of truths. Involved in this process of social change are a series of fundamental steps, including local validation, diffusion, adaptation, and integration into the existing production systems, that constitute the mechanisms of cultural evolution and survival.

Farmers, faced with periods of dramatic climate change as experienced in the Sahel in recent decades, and genetic evolution in their crop, weed, and pest species (Biggs, Clay 1981), as well as demographic, economic, and political influences, must constantly adapt and innovate in order to maintain their livelihoods (Biggs, Clay 1981; Richards 1989). The magnitude and rapidity of these changes heightens the potential importance of the role that a structured, formal system of research and communication can play in supplementing the flow of local innovation. However, because microenvironmental conditions vary at the field level, as do household resources and needs, a healthy, functioning internal capacity for research and information exchange is equally, if not more, important to local producers. By appreciating the importance and necessity of these internal processes for the continued viability of individual households and local communities, extension and research systems can themselves achieve a greater and more sustainable impact by drawing upon and facilitating, as opposed to ignoring or bypassing, the indigenous capacity for change.



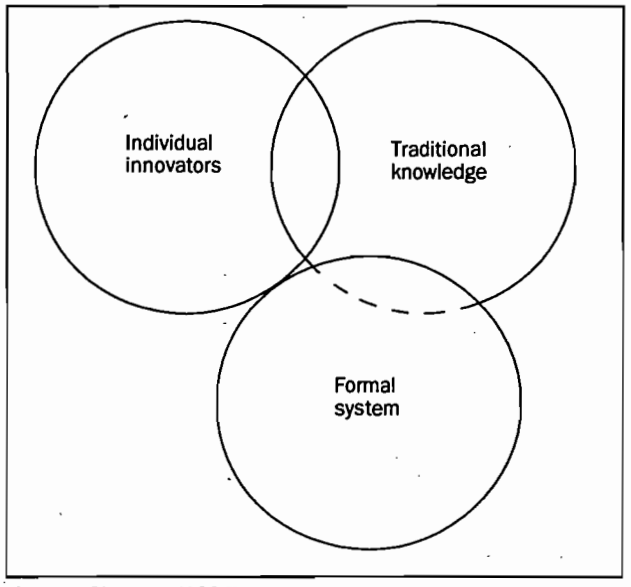
Source. Simpson (1994)

Figure 1. *Sources for local knowledge formation.*

Integration of Knowledge Systems

Central to an 'integration of knowledge systems' approach is the idea that the effectiveness of both the formal and informal systems of research and communication can be greatly increased through mutual assistance. In Figure 2, the pool of knowledge from the formal research and extension services corresponds to the current situation in the OHVN zone. As depicted in Figure 2, the formal system has little or no interaction (either contributing to, or learning from) with individual innovators, and makes little or no use of the traditional pool of indigenous knowledge (illustrated by the dotted line) (Simpson 1994). Furthermore, the innovations generated and extended by the formal system have found limited use among farmers, as shown in this sphere's shallow penetration (Bingen et al 1994). As a result, the formal system has had relatively little impact on the overall rate or magnitude of change that farmers have experienced in their production systems, despite over 15 years of concerted effort (Simpson in press).

The three most widely discussed approaches to integrating the indigenous and formal knowledge systems are the bottom-up incorporation of indigenous knowledge into the formal system, the lateral interaction of researchers and extension agents with individual farmers and farmers' groups through participatory technological development, and the stimulation of the local processes of innovation. The first has had few examples of successful integration, despite the fact that proponents of both farming systems research and training & visit methodologies have made a case for the inclusion of indigenous knowledge into development programs, either as a basic input, or through farmers' 'feedback'. In most cases the procedures and "institutional will" needed for the significant inclusion of indigenous knowledge have been inadequate. In the OHVN zone, in particular, there have been few noticeable attempts made at identifying and using the critical factors of local knowledge and practices to help guide the formal research programs.



Source. Simpson (1994)

Figure 2. *Level of integration between the formal and informal systems.*

The second general approach to integrating the formal and informal systems has been through collaboration with farmers in selecting, developing, and evaluating technologies. There are numerous case examples and different methods that call for the participation of researchers, extension agents, and farmers (*eg*, Chambers et al 1989; Haverkort et al 1991). One danger, however, is that the data requirements and etic evaluation procedures used by the formal system will, in time, cause it to dominate the indigenous knowledge system and the importance of the emic standards of assessment. What is needed is a third set of approaches that serve to facilitate and stimulate local experimentation and innovation without attempting to control, co-opt or transform the local systems into 'barefoot' images of the formal system (which would simply pass on the same blind spots and shortcomings present in the formal system). As Richards (1989 p. 23) observes, the "vigorous defense of the intellectual autonomy of the experimenting farmer may in the long run prove to be the better prospect, and the better science."

In general, the greater is the disparity in knowledge holdings between the local and external systems, the greater is the importance of rural producers becoming involved in the technological development process. In impoverished areas, where the balance of knowledge of natural systems and production objectives rests with rural producers, and institutional resources are insufficient to support elaborate forms of farmer–researcher or farmer–extension agent interaction, greater reliance must be placed on the use of existing indigenous knowledge and on strengthening the capacities of the informal system. As Warren (1991) pointed out, the indigenous knowledge system provides a way of reducing research and development costs, and improving the relevancy of the technologies that are generated, and has the potential for increasing the spread of useful innovations. The use of indigenous knowledge and the strengthening of internal capacities also increases the ability of communities to sustain themselves over time. This is extremely important in areas such as the OHVN zone, where the variability in social and physical conditions requires that technologies be tailored to individual households.

Change in the Formal System

In order to strengthen, as well as to benefit from, the internal mechanisms of rural transformation, the formal system will need to take major steps in re-evaluating its position towards rural development. As a starting point, a number of biases will need to be overcome in order to engage rural people as knowledgeable and creative professionals, interested in self-betterment (Chambers 1980). In addition to recognizing the existence and validity of rural people's knowledge (Norgaard 1984), it will also be critical for the formal structures to rely and build upon rural people's processes of adapting and assimilating new technologies into their production systems. The formal system can greatly increase its impact by learning how to interact with individuals and to 'feed' the local system with useful

materials and information that can accelerate the internal rate of innovation, and by delivering innovations that are more consistent with farmers' conditions and objectives. The exact combination of methods and tech-niques that will prove successful in each situation will necessarily vary, depending on the assessment of the situation, the availability of resources, and the exact role to be taken in interacting with rural producers.

As outlined in this paper, the formal institutions of research and extension can no longer afford to ignore the essential contributions and necessary processes of local knowledge validation and exchange in their attempts to assist rural communities in resource-poor environments. A new vision of agricultural and rural development must be taken, one that views social change as an organic process that cannot be managed solely from the outside. Formal institutions must move beyond the rhetoric of farmer participation and begin to treat the internal processes of social transformation as one of the dynamic variables of agricultural transformation. Once such a perspective has been established, the forging of new partnerships between rural communities and the formal research, extension, and NGOs can begin to provide the foundation upon which increasingly relevant development activities can be built. Important to this new direction will be the emergence of a cadre of scholar practitioners, dedicated to bringing accountability and a fresh sense of relevancy to development exchanges.

References

Barnett HG. 1953. Innovation: the basis of cultural change. New York, USA: McGraw-Hill Book Co.

Berger PL, Luckmann T. 1966. The social construction of reality: a treatise in the sociology of knowledge. New York, USA: Anchor Books, Doubleday.

Biggs SD, Clay EJ. 1981. Sources of innovation in agricultural technology. World Development 9(4):321–336.

Bingen RJ, Simpson BM, Berthé A. 1994. Analysis of service delivery systems to farmers and village associations in the zone of the Office de la Haute Vallée du Niger, Mali. Department of Resource Development Occasional Report. East Lansing, Michigan, USA: Michigan State University.

Chambers R, Pacey A, Thrupp LA (eds.). 1989. Farmer first: farmer innovation and agricultural research. London, UK: Intermediate Technology Publications.

Chambers R. 1980. The small farmer is a professional. Ceres 13(2):19–23.

Haverkort B, van der Kamp J, Waters-Beyer A (eds.). 1991. Joining farmers' experiments: experiences in participatory technological development. London, UK: Intermediate Technology Publications.

Holzner B, Marx JH. 1979. Knowledge application: the knowledge system in society. Boston, Massachusetts, USA: Allyn and Bacon Inc.

Johnson AW. 1972. Individuality and experimentation in traditional agriculture. Human Ecology 1(2):149–159.

Norgaard RB. 1985. Traditional agricultural knowledge: past performance, future prospects, and institutional implications. American Journal of Agricultural Economics 66(5):874–878.

Richards P. 1989. Agriculture as a performance. *In* Farmer first: farmer innovation and agricultural research (Chambers R, Pacey A, Thrupp LA, eds.). London, UK: Intermediate Technology Publications.

Simpson BM. 1994. Knowledge, innovation and communication: contributions of the formal and informal systems to agricultural change in the OHVN, Mali. Thesis: Department of Resource Development, Michigan State University, East Lansing, Michigan USA.

Simpson BM. In press. A farmers' perspective on change: the contributions of the formal and informal systems of innovation and communication. *In* Biological and cultural diversity: the role of indigenous experimentation in development (Warren DM, Fujisaka S, Prain G, eds.). London, UK: Intermediate Technology Publications.

Swift J. 1979. Notes on traditional knowledge, modern knowledge and rural development. Institute of Development Studies (IDS) Bulletin 10(2):41–43.

Warren DM. 1991. Using indigenous knowledge in agricultural development. World Bank Discussion Paper No.127. Washington, DC, USA: The World Bank.

Savoirs locaux et approches-système : l'exemple d'innovations endogènes au sud du Bénin

Floquet Anne[1]; Mongbo Roch[2]

[1]Université de Hohenheim, projet UNIHO-IITA, BP 08-0932, Cotonou, Bénin

[2]Université nationale du Bénin, Département de sociologie rurale de la Faculté des sciences agronomiques, BP 06-2564, Cotonou, Bénin

Résumé

Il ressort d'une étude de cas sur des innovations autochtones au Bénin que la recherche-développement devrait trouver beaucoup d'avantages à prendre en compte les innovations paysannes et les savoirs qui les sous-tendent dans la mise au point d'innovations. Mais si des concepts systémiques permettent d'appréhender la portée économique et les performances agronomiques des pratiques paysannes innovatrices, le concept de système de connaissances a par contre des limites.

Abstract

Local Know-How and Systems Approach: Endogenous Innovations in Southern Benin

A case study on indigenous innovations in Benin shows that farming systems research could benefit from the integration of farmers' innovations and the local knowledge that generated them. But although systems concepts can assess the economic and agricultural efficiency of farmers' innovations, knowledge systems do not comprehensively cover the sociopolitical aspects.

Le développement de technologies limité par la non-prise en compte des savoirs locaux ?

Le courant du Farming Systems Research est né des difficultés de la recherche agronomique à mettre au point des innovations en régions marginales, pour des paysans à faible niveau de ressources et pratiquant une agriculture diversifiée dans des environnements à haut risque. Si, dans ces conditions difficiles, la mise au point d'innovations agronomiques doit se baser sur une analyse des contraintes des systèmes d'exploitation, pour beaucoup d'auteurs de cette décennie elle doit aussi se baser sur l'analyse des pratiques et savoirs locaux. En effet, les chercheurs ont tendance à sous-estimer la capacité des paysans à développer des modes de mise en valeur des ressources appropriés à leurs environnements diversifiés et risqués, car les uns et les autres développent des types de stratégies différents (Warren, 1991 ; Dupré, 1991). Un plus grand nombre de technologies adaptées aux paysans pauvres en régions défavorisées seraient développées si les chercheurs prenaient en compte les savoirs et la recherche informelle des paysans et visaient à une meilleure complémentarité entre recherche-développement formelle et informelle (Chambers et Jiggins, 1987). La prise en compte des pratiques et stratégies paysannes jetterait de surcroît les bases d'une science agronomique locale vigoureuse (Richards, 1985).

D'un autre côté, si l'environnement dans lequel opèrent les paysans est très défavorable et leur accès aux ressources limité, on ne peut espérer qu'ils s'y adaptent en permanence avec succès. Quel potentiel représentent alors les savoirs locaux pour les paysans comme pour les chercheurs lors du développement de technologies ? Avec quels concepts analyser les processus d'innovation, de modification des pratiques et des savoirs ? Ce sont les thèmes qui seront traités sur la base d'une étude de cas au sud du Bénin.

Dynamique des pratiques agricoles au Bénin

Une étude de cas a été conduite au sud du Bénin, sur le département de l'Atlantique, dans une région où il n'y a plus de filière de culture de rente soutenue par l'Etat depuis plus de vingt ans (Floquet, 1994). Dans cette zone à forte densité de population, la disponibilité foncière décroissante fait de la baisse de fertilité des terres et de l'accès à la terre des problèmes majeurs. Or les "paquets technologiques" visant à l'intensification foncière (fertilisation minérale et variétés "améliorées", traitement des cultures et des récoltes) n'ont connu quasiment aucune adoption. Les observateurs déplorent l'immobilisme technologique de ces paysans pratiquant une agriculture minière sur des terres dont la fertilité ne cesse de décroître.

Pourtant, l'étude des pratiques agricoles et extra-agricoles montre que celles-ci se sont beaucoup modifiées durant les dernières décennies. En l'absence d'une production de rente régionale qui aurait bénéficié du soutien des institutions de recherche et de développement et de filières organisées de commercialisation, les paysans se sont saisis d'opportunités multiples, liées entre autres au développement des marchés urbains des produits de consommation, des services et du travail, et ont développé des activités. Leurs pratiques agricoles se sont diversifiées car ils ont introduit de nouvelles activités et ont emprunté à d'autres régions des pratiques culturales d'intensification, travail du sol, associations de cultures annuelles et systèmes agroforestiers, qu'ils ont adaptées avec plus ou moins de succès à leurs situations.

Aujourd'hui, plusieurs systèmes de culture coexistent : un système à maïs sur brûlis et sans travail du sol derrière jachère longue; un système à maïs associé à un manioc de densité croissante au fur et à mesure que le sol s'appauvrit, le manioc dense jouant aux yeux des paysans le rôle d'une jachère intercalaire, système où le brûlis est abandonné dès la deuxième saison de culture ; un système à maïs-légumineuses cultivés sur billons, introduit par les migrants venus du nord de la zone agro-écologique concernée; mais aussi des systèmes à maïs et légumes associés (tomate, piment, gombo), à patates douces, à ananas, etc., systèmes très productifs que les paysans d'une microrégion développent dès qu'ils trouvent un débouché. Le mode d'exploitation des palmeraies a lui-même fortement évolué sous l'influence du manque croissant de terres et de la disparition de la filière étatique de commercialisation des régimes et de l'huile. Le palmier est exploité essentiellement pour son vin, l'âge à l'abattage des palmiers est réduit, la densité de la palmeraie s'accroît. Le palmier, le plus souvent planté, est associé de plus en plus longtemps aux cultures vivrières. Intégré dans la rotation, il y joue le rôle de jachère. Aujourd'hui, plusieurs types de palmeraie coexistent : la palmeraie haute à faible densité, destinée à la production de régimes est en cours de disparition ; la palmeraie-verger, dont le cycle coïncide avec celui du cycle de vie d'un paysan, est répandue dans des zones de pression foncière modérée, tandis que la palmeraie-vignoble à cycle court s'étend en zones densément peuplées. Il faudrait se garder néanmoins de toute généralisation hâtive, car toutes les régions densément peuplées n'ont pas adopté la palmeraie-vignoble.

Contrairement à l'opinion couramment répandue selon laquelle les innovations paysannes d'intensification, basées sur un surcroît de travail, provoquent une baisse du revenu du travail (Ruthenberg, 1980 ; Lagemann, 1981), l'étude de cas sur l'impact de l'adoption du billonnage — une pratique inconnue des paysans des zones forestières qu'ils ont empruntée aux paysans des zones de savane — a montré que les paysans ont combiné le billonnage avec des cultures à haute productivité du sol (arachide, tomate, etc.) et sont parvenus à maintenir la rémunération de leur travail malgré la baisse de fertilité des terres. De même, à l'échelle de l'ensemble d'un système de culture, l'intégration dans la rotation de la palmeraie-verger ou de la palmeraie-vignoble, installée en association puis remplaçant la jachère arbustive, permet d'améliorer la productivité de tous les facteurs de production. Beaucoup d'autres stratégies basées sur le développement d'activités de transformation, d'activités hors ferme et de migrations temporaires permettent également d'enrayer, au moins partiellement, la baisse de revenu qui n'aurait pas manqué de survenir si les paysans avaient, comme le pensent les intervenants non avertis, conservé leurs pratiques "traditionnelles". Ces stratégies agricoles et extra-agricoles se révèlent différentes d'une localité à l'autre, et, dans un même village diffèrent souvent d'un groupe socioculturel à un autre, en fonction de leurs histoires antérieures respectives (région d'origine, expérience de l'évolution de l'agro-écosystème où ils se sont installés depuis leur arrivée, etc.).

Evolution des savoir-faire et des savoirs

Ce cas illustre l'évolution permanente des savoir-faire et des savoirs, avec ou sans intervention d'organisations du "changement planifié". L'évolution des savoir-faire ne se limite pas à une lente évolution par essais et évaluations car les paysans ne vivent pas en vase clos. Au contraire, il y a circulation intense des informations et du matériel génétique par le biais des réseaux de parenté et d'amitié, par observation des pratiques des voisins, introduction de nouvelles variétés au travers des marchés et des échanges de semences de variétés entre paysans. Il y a confrontation de paysans d'origines différentes par le biais de la migration pour les hommes et du mariage pour les femmes, et le développement du salariat agricole est également un facteur de brassage et d'apprentissage de nouveaux savoir-faire dans des groupes socioculturels différents.

Cette confrontation de paysans d'origines diverses, qui ont en partie développé des concepts et des systèmes explicatifs différents, permet le renforcement ou la remise en cause de ces systèmes et le développement de positions conscientes sur ce que sont les "bonnes pratiques agricoles". C'est ainsi que coexistent des positions tranchées sur le bien-fondé du brûlis, du billonnage, des effets des souches des arbustes des jachères, etc. dans des milieux écologiques pourtant similaires. Sur des terres de barre très densément peuplées, les Fon du plateau d'Abomey ont développé un système sur billons où le billon est cassé à chaque saison. Ce système permet d'accumuler une matière organique de plus en plus rare au niveau des racines des cultures. Mais le billonnage à la daba détruit les dernière souches des arbustes de la jachère arbustive, les arbustes laissant la place aux graminées. L'appauvrissement du sol en matière organique provoque des attaques de termites sur les rares résidus et, de là, sur les cultures. Pour limiter la faim d'azote et les attaques de termites, les résidus de récolte et de sarclage sont alors de plus en plus fréquemment brûlés. Sur le plateau Adja limitrophe, où la densité de population est aujourd'hui aussi élevée, les paysans Adja rencontrés contestent au contraire le bien-fondé du billonnage qui "tue" le sol. Les paysans Ayizo du plateau d'Allada avec lesquels nous avons travaillé sont confrontés aux uns et aux autres et développent de nouvelles positions, plus nuancées, par rapport au billonnage qu'ils sont en train d'adopter : billonner pour l'arachide ou la tomate, mais pas plus d'une fois par

cycle, et à la petite houe et non à la daba, par exemple. Cette diversité des pratiques et des savoirs est un facteur essentiel de leur évolution.

Quels enseignements tirer de la dynamique et de la diversité des pratiques ?

Si les paysans remettent en cause leurs routines et acquièrent de nouveaux savoir-faire, c'est qu'ils ont de "bonnes" raisons de le faire. L'analyse des innovations dites endogènes ou autochtones dans la recherche économique sur les systèmes de production permet de mieux comprendre les objectifs que les paysans poursuivent et les contraintes des systèmes de production qu'ils prennent alors en considération. En prenant en compte ces introductions, les dynamiques d'évolution de ces systèmes de production peuvent être mieux appréhendées.

Par ailleurs, les pratiques culturales prises dans leur diversité et leurs dynamiques constituent en elles-mêmes des objets de recherche pour les agronomes. Il a été par exemple possible d'identifier dans la diversité des pratiques culturales coexistant dans des environnements écologiques comparables au sud du Bénin plusieurs formes d'intensification et, pour chaque forme, différents stades. Les performances de ces pratiques (productivité, stabilité, durabilité) peuvent être alors comparées à l'échelle du système de culture. Le billonnage systématique est-il la seule pratique permettant d'accroître le revenu du sol et du travail à court terme quand l'environnement s'appauvrit, ou d'autres pratiques se révèlent-elles plus durables tout en étant aussi productives ? La productivité des systèmes à palmiers peut-elle encore être améliorée sans que les exportations croissantes ne provoquent un déséquilibre du bilan minéral et organique et ne compromettent la durabilité de ce type de système ? Ces quelques questions montrent que l'étude des systèmes existants serait une meilleure base pour une science agronomique de ces agro-écosystèmes que les spéculations sur les systèmes de culture alternatifs conçus par les chercheurs.

Prendre en compte l'évolution des savoirs, mais avec quels concepts ?

La seule analyse économique des systèmes de production, de leurs ressources et leurs contraintes, ne permet pas de comprendre tous les facteurs d'évolution des pratiques. Certes, les modifications dans l'environnement naturel et économique des exploitations et leur disponibilité en facteurs de production exercent une influence certaine sur l'évolution de ces pratiques. Mais les savoir-faire et les systèmes explicatifs des paysans expliquent pourquoi certaines "innovations" s'intègrent facilement dans les façons de faire et de penser des paysans et d'autres non. En environnement forestier dégradé, par exemple, la notion de jachère plantée et d'espèces ligneuses fertilisantes est accessible aux paysans bien que jusqu'à présent ces derniers n'aient pas de pratique de plantation de jachère, car ils font l'analogie avec les espèces spontanées dont les caractéristiques et les fonctions respectives leur sont bien connues. En zones de savane et de colonisation récente, par contre, l'arbre est d'abord perçu comme un obstacle à la mise en culture qui est difficile à éliminer. Evolution des pratiques et évolution des savoirs sont indissociables. Savoir-faire et systèmes explicatifs dépendent de l'histoire antérieure d'un groupe, et c'est sur la base de cette histoire que se constituent un savoir local et une culture.

Le concept de "savoir local" *(indigenous local knowledge)* développé par certains ethnologues (Brokensha *et al.*, 1980) a, dans un premier temps, mis l'accent sur les taxonomies, les concepts et systèmes de classification en usage, autrement dit sur les modes de structuration de ces savoirs[1]. Ce concept permet alors de différencier des systèmes cognitifs, par exemple d'une ethnie à une autre, ou de confronter et comparer des systèmes explicatifs locaux à ceux de chercheurs. Mais il ne permet pas d'appréhender la dynamique des savoirs. Or, nous l'avons vu, les savoirs se modifient sans cesse et sont, malgré un fond commun dû à une histoire commune au sein d'un groupe, hétérogènes au sein de ce groupe.

Le concept de "système de connaissances et d'informations agricoles" (Agricultural Knowledge and Information System, AKIS) des gestionnaires des systèmes de recherche et de vulgarisation vise à identifier et analyser les flux d'informations et de connaissances entre institutions et groupes impliqués dans le processus de l'innovation (Röling et Seegers, 1991). Le concept a un but normatif, celui d'analyser ces flux d'informations et ces processus de création de connaissances afin de chercher à améliorer l'articulation entre sous-systèmes pour que davantage d'innovations et de connaissances adaptées soient produites. A priori, le concept paraît plus approprié à l'analyse des dynamiques dans les savoirs.

Dans la pratique, les analyses d'AKIS prennent peu en compte les processus informels et non institutionnalisés de la connaissance, à commencer par ceux qui se déroulent au sein de la paysannerie. Ceci se comprend aisément car ces processus multiformes et fluctuants sont peu connus, ce qui rend difficile l'identification de sous-systèmes pertinents (Mongbo, 1989).

L'étude de cas d'une innovation locale, la culture de la tomate couplée au billonnage, montre que cette introduction est due à la confrontation de deux "systèmes locaux" différents, celui de migrants venus d'une zone de savane et pratiquant habituellement le billonnage et celui des autochtones. Mais cette simple confrontation n'aurait pas suffi à expliquer le développement d'une nouvelle pratique. Une condition du succès de cette innovation pourtant complexe est l'existence d'une masse critique d'innovateurs qui se sont emparés de cette nouvelle production et ont appris à maîtriser une nouvelle pratique culturale, et qui ont, en peu de temps, développé toute une gamme de pratiques cultu-

[1] Le journal du CIKARD en donne la définition suivante : "Les systèmes de savoirs locaux (indigenous knowledge systems) ont pour objet les modes de définition et classification des phénomènes par les membres d'une communauté donnée dans des environnements physiques/naturels, sociaux et idéaux" (Indigenous Knowledge and Development Monitor, 1992, p. 4)

rales adaptées aux environnements diversifiés du village et aux conditions d'un marché très fluctuant (dates de semis, variétés, techniques de billonnage). Or cette masse critique d'innovateurs a pu être atteinte car les paysans ayant introduit l'innovation étaient membres de groupes d'entraide et ont embauché des salariés, et que les uns et les autres ont eux aussi testé et adapté cette nouvelle pratique.

Pour appréhender les processus actifs de transmission de connaissances et d'expérimentation, il ne suffit pas d'identifier les grands sous-systèmes de connaissances liés aux phénomènes historiques larges. Il faut descendre à un niveau plus fin, celui des réseaux locaux de relations. Or la structure et le fonctionnement de ces réseaux par lesquels transitent et sont validées informations et connaissances diffèrent d'un village à l'autre.

Par ailleurs, l'innovation ne se limite pas à des processus d'information et d'incorporation de connaissances. Informations et connaissances ne font pas que "transiter" par les réseaux sociaux existants. Elles constituent souvent des ressources ou un enjeu de pouvoir et leur incorporation dépend des cultures et des normes locales ainsi que des équilibres politiques locaux.

Ce phénomène a été perçu en zone cotonnière où la production de connaissances et l'innovation sont liées aux interactions entre intervenants et paysans, et ne peuvent être dissociées de l'accès aux ressources qui transitent par la filière coton. Etre grand et bon producteur de coton, c'est s'ouvrir la possibilité d'avoir des responsabilités au sein d'un groupement villageois, ou tout au moins un pouvoir de décision, et de négocier l'accès aux intrants, aux ristournes, à l'information politique sur les derniers enjeux au sein de cette filière.

En zone non cotonnière, où les vulgarisateurs manquent singulièrement de messages techniques adaptés, la majorité des paysans évite tout contact avec les intervenants. Ceux qui le maintiennent espèrent surtout avoir accès à des ressources, réelles ou espérées, transitant par les projets (comme les infrastructures, puits ou pistes, et les quelques intrants destinés aux programmes de recherche en milieu paysan et champs de démonstration) ou ne pas faire l'objet de sanctions lorsqu'ils se livrent à des pratiques illégales (comme l'abattage de palmiers pour l'extraction de vin sans autorisation). En contrepartie, les paysans honorent matériellement ces services en acceptant d'abriter un champ de démonstration ou en constituant un "groupe de contact et d'encadrement" qui se réunira lors des visites d'officiels (Lühe, 1991). Le processus de négociation autour des ressources détenues par les deux parties apparaît de façon beaucoup plus crue puisque l'objectif formel des interactions, la transmission de connaissances, n'est plus qu'un sous-produit d'importance marginale. Par ailleurs, dans ces zones, les articulations entre systèmes locaux de connaissances sont beaucoup plus pertinentes car les connaissances transitent essentiellement par les "réseaux informels", de paysan à paysan. La transmission de connaissances n'en demeure pas moins liée aux enjeux de pouvoir et de statut social à un échelon local. Les "normes locales" — ce qui est considéré comme une bonne pratique — varient d'un système local à un autre mais aussi au sein d'un même système, d'un groupe social à un autre. Parfois, les vieux se font les champions du test d'une nouvelle pratique et améliorent ainsi leur statut, parfois ils se font les gardiens des traditions, surtout s'ils jugent que ces pratiques remettent en cause leurs domaines de pouvoir ou de compétence. Dans certains villages, les migrants et les diplômés sans emploi développent de nouvelles normes. Les activités culturales sont peu valorisées, tandis que les innovations "exotiques" dans les domaines de l'élevage, de la pisciculture, des activités extra-agricoles leur paraissent séduisantes.

Aussi, si le concept de système de connaissances peut constituer une aide à la représentation des groupes et des sous-systèmes en présence, de leurs articulations et des flux de connaissances transitant d'un sous-système à un autre, l'analyste doit être conscient des faiblesses de ce concept et des difficultés de sa mise en œuvre. Les limites des sous-systèmes correspondent rarement avec celles des organisations et groupes formalisés, et leur composition et leurs interfaces varient dans le temps. Tout au plus, une modélisation permet-elle d'élaborer des hypothèses sur des lieux pertinents d'analyse des processus sociaux au sein des sous-systèmes et à leurs points d'articulation supposés. Les processus de la connaissance ne sont pas dissociables des autres processus sociaux et les connaissances constituent également des enjeux économiques ou politiques à des échelons divers, allant du microlocal au national et supranational.

Références bibliographiques

Brokensha D., Warren D.M., Werner O. (ed.), 1980. *Indigenous Knowledge Systems and Development.* Washington, USA, University Press of America, 460 p.

Chambers R., Jiggins J., 1987. Agricultural Research for Resource Poor Farmers. Part I : Transfer of Technology and Farming Systems Research. Agricultural Administration and Extension, 87 (27) : 35-52.

Chambers R., Jiggins J., 1987. Agricultural research for Resource Poor Farmers. Part II : A Parsimonous Paradigm. Agricultural Administration and Extension, 87 (27) : 109-128.

Dupré G. (éd.), 1991. *Savoirs paysans et développement.* Paris, France, ORSTOM-Karthala, 524 p.

Floquet A., 1994. *Dynamique de l'intensification des exploitations au sud du Bénin et innovations endogènes : un défi pour la recherche agronomique.* Dissertation, université de Hohenheim, Stuttgart, Allemagne, 425 p.

Lagemann J., 1977. *Traditional African Farming Systems in Eastern Nigeria.* München, Allemagne, Weltforum Verlag, 269 p.

Lühe N.V., 1991. Transfer of Technology or Barter Trade ? The Rural Extension Service in the Atlantique Province of Bénin as a Market for Negotiating Resources. Quart. J. Int. Agric., 30 (3) : 248-263.

Mongbo R.L., 1989. *Structural ignorance and knowledge networks in a FSR project : the case of cowpea in the Mono province.* M.Sc. Thesis, Wageningen Agricultural University, Wageningen, Pays-Bas, 160 p.

Richards P., 1985. *Indigenous Agricultural Revolution. Ecology and Food Production in West Africa.* London, Royaume-Uni, Hutchinson, 192 p.

Röling N., Seegers S., 1991. Fitting AKIS to the Technology : a diagnostic framework for designing knowledge systems suitable for different innovative outcomes. *In : ISNAR/RTTL Synthesis Report,* La Hague, Pays-Bas.

Ruthenberg H., 1980. *Farming Systems in the Tropics.* Oxford, Royaume-Uni, Clarendon Press, 366 p.

Warren D.M., 1991. Indigenous Knowledge Systems for Sustainable Agriculture in Africa. *In : Proceedings of the International Conference on Sustainable Agriculture in Africa,* May 25-27, 1990, The Ohio State University, Center for African Studies, 18 p

Les stratégies d'adaptation des petits agriculteurs dans des systèmes de recherche et développement très contraignants

Dominguez Caroline ; Albaladejo Christophe
INRA-SAD, chemin de Borde Rouge, BP27, 31326 Castanet-Tolosan cedex, France

Résumé
Malgré tous les travaux critiques produits à ce sujet, la plupart des organismes de développement et les grandes compagnies privées continuent de promouvoir la "modernisation" de l'agriculture par le biais de systèmes d'encadrement et de paquets techniques très rigides et prescriptifs. A travers l'exemple du tabac à Misiones (dans le nord-est de l'Argentine), ce travail analyse le rôle et la logique d'un système technique et d'encadrement très contraignant. Il met en évidence ses effets sur les exploitations et sur les organisations d'agriculteurs. Enfin, il montre que, en dépit des fortes pressions pour leur faire adopter un même mode stéréotypé de production laissant une très faible marge de manœuvre, les agriculteurs développent une diversité de stratégies leur permettant de subvenir à leurs besoins essentiels tout en satisfaisant suffisamment les exigences des compagnies de tabac avec lesquelles ils sont en relation.

Mots clés
Développement, intégration, paquet technique, relations entreprises-exploitations, système d'information et de connaissance agricole, tabac, vulgarisation agricole, Argentine.

Abstract
Adaptation Strategies of Small Farmers in Prescriptive Farming Systems Research
Despite the large number of critical reports, many development organizations and large private companies continue to promote modernization of production processes by imposing narrowly designed, prescriptive technology packages. The paper examines the role and logic of a prescriptive technology package and its effect on farming systems and farmers' organizations. It is based on the example of tobacco production in Misiones in northern Argentina. Farmers under pressure to comply to an idealized stereotype develop various strategies that meet basic requirements while they appear to comply to the conditions of the company with which they work.

Introduction

Il est vrai que des systèmes de recherche et de développement rigides, comme le "*Training and Visit System*" par exemple (Benor *et al.*, 1984), comportant des paquets techniques spécifiques et des messages très prescriptifs, ont pu avoir des résultats positifs sur les volumes des productions auxquelles ils s'appliquent. Cependant, de nombreuses recherches, relevant de l'approche "*Farming Systems Research*" (FSR ; cf. Simmonds, 1984) notamment, ont montré depuis les années 1970 que les effets sur les petites exploitations de ces systèmes de recherche et de développement, conçus comme des systèmes d'encadrement de la production, s'avéraient plutôt négatifs. En effet, ils ne tiennent pas compte des conditions biophysiques et socio-économiques de production des exploitations. De plus, comme l'ont montré des travaux de recherche participative ou de recherche action, un système de recherche et développement ne peut être vraiment efficace que si l'agriculteur participe pleinement au choix des options techniques, à leur mise en place et à leur évolution (Farrington et Martin, 1990 ; Chambers et Jiggins, 1987).

Pourtant, de nombreux gouvernements et compagnies privées continuent de promouvoir la "modernisation" de l'agriculture à travers l'imposition de paquets techniques peu adaptés. Face à ces systèmes prescriptifs de type descendant, les agriculteurs essaient avec plus ou moins de succès de mettre en œuvre leurs propres stratégies technico-économiques, même s'ils doivent tenir un double discours : celui pour l'agent de développement et celui pour leurs pairs. Souvent, cependant, l'accès au marché ou à des moyens de production passe par l'application d'un paquet technique et des prescriptions qui l'accompagnent. Nous nous proposons d'étudier ici le fonctionnement d'un tel système d'encadre-

ment, et de mettre en évidence les réactions des paysans face à celui-ci. Notre objectif est de comprendre le décalage existant entre les propositions des recherches sur les Farming Systems et cette réalité extrêmement présente dans les pays en développement mais finalement peu étudiée dans les travaux de type FSR parce que rejetée dans la préhistoire de la recherche et du développement agricole. Une préhistoire qui dure !

Le système d'encadrement de la production du tabac à Misiones

Un système Burley très exigeant

A Misiones, dans une région subtropicale du nord-est de l'Argentine où prédomine une petite agriculture familiale diversifiée, traditionnellement reliée aux marchés nationaux et internationaux, on assiste à partir des années 80 au "boom" de la production du Burley, tabac clair servant à la composition des cigarettes au goût américain. Ainsi, alors qu'en 1980 ils sont 1 500, en 1992, environ 21 000 producteurs, dont une grande majorité de petits paysans, produisent un peu plus de 35 milliers de tonnes, principalement du Burley (91 % de la production totale).

Ce développement spectaculaire du Burley est largement impulsé par des compagnies multinationales telles que Philip Morris ou British American Tobacco. Leur objectif est de faire produire un tabac homogène, qui réponde à des caractéristiques techniques très strictes, à partir de systèmes de production très hétérogènes. Aussi pour s'assurer l'obtention d'un produit compétitif et aux qualités spécifiques, elles élaborent un paquet technique rigide comportant principalement des variétés de Burley importées et un grand nombre d'intrants. L'adoption de ce paquet technique repose sur un système de suivi technique capable de transmettre les prescriptions concernant la culture et surtout de contrôler leur application. L'instructeur est le personnage clé de ce système.

L'instructeur, pivot des relations entre les paysans et les entreprises

Les instructeurs, principaux personnages du plus puissant système d'encadrement de la production agricole de la province, sont affectés par chaque entreprise à une zone déterminée pendant deux à trois ans, où ils sont chargés de suivre individuellement les producteurs de tabac, depuis la préparation des pépinières jusqu'à la vente du tabac.

Après une période d'essai difficile, ils reçoivent un salaire bien plus élevé que la moyenne des salaires de la zone. Ils doivent être âgés de moins de 25 ans, avoir accompli le cycle scolaire secondaire complet et si possible posséder une formation agronomique. Certaines entreprises leur dispensent régulièrement des sessions de formation technique et d'organisation. La plupart d'entre eux sont issus de familles de planteurs de tabac et l'entrée dans la fonction constitue une élévation importante de leur statut social.

Les instructeurs travaillent selon les objectifs chiffrés que leur assignent leurs supérieurs en début de campagne. La progression en termes de salaires et de primes ou la promotion à la fonction de superviseur d'un groupe d'instructeurs dépendent des évaluations des performances qu'ils ont réalisées pour chaque campagne.

Le nombre de producteurs encadrés par un instructeur permet de mesurer la différence entre entreprises en ce qui concerne le suivi de ses producteurs (tableau I).

Chaque producteur est visité au moins une fois au cours de chaque étape de la production (pépinières, plantation, écimage, récolte, classification). Le travail quotidien réalisé dans chaque exploitation, notamment les conseils prodigués, les intrants apportés et l'évaluation de l'état de la plantation, est consigné sur des fiches individuelles tenues pour chaque producteur. Ces fiches permettent un contrôle précis des normes qui doivent être appliquées par tous les producteurs.

Les relations entre les paysans et l'agro-industrie

Les relations qui vont s'instaurer entre l'agro-industrie et les agriculteurs à travers les instructeurs s'apparentent fortement aux dispositifs de quasi-intégration que plusieurs auteurs ont analysés en France dans les années 60 et 70 (Séverac, 1961) et que plusieurs études récentes en Amérique latine ont mis en lumière (Clapp, 1988 ; Glover, 1984).

Les différences entre entreprises dans ces rapports sont à la fois un facteur de concurrence interentreprise et un élément stratégique sur lequel jouent les exploitants pour s'adapter et s'intégrer dans le circuit tabacole, surtout dans les périodes de bonne conjoncture commerciale, pendant lesquelles la sélection des producteurs est très faible.

Les relations économiques entre les producteurs et les entreprises reposent sur l'engagement oral des producteurs de vendre toute leur production à l'entreprise qui leur a octroyé des crédits et les intrants nécessaires pour la culture. En général, les conditions du contrat, notamment du prix d'achat de la production, ne sont pas connues des producteurs avant leur engagement.

Les crédits octroyés par les entreprises aux producteurs peuvent prendre quatre formes : de l'argent, des intrants destinés à la culture du tabac pour la campagne, du matériel et parfois des fournitures alimentaires. Il existe une forte différenciation entre les entreprises selon leurs capacités économiques de financement de ces crédits. La connaissance que l'instructeur a du producteur quant à sa compé-

Tableau I : Nombre de producteurs/instructeurs en 1991-92.

Entreprises	Nombre de producteurs	Nombre d'instructeurs	Rapport
Nobleza (BAT)	3 120	22	142/1
Norte (Philip Morris)	7 518	49	153/1
Coopérative	5 393	33	163/1
Gelaty	370	2	185/1
Cima (SEITA)	3 200	12	267/1
Alfader	2 000	6	333/1

Chiffres établis d'après des informations recueillies auprès des entreprises.

tence technique, sa fiabilité et sa capacité de production pèse de manière significative sur la décision du montant du crédit qui sera alloué.

Les relations techniques concernent la définition, la réalisation et le contrôle des opérations culturales du tabac. Elles laissent peu de marge au savoir propre de l'exploitant. Le Burley est considéré comme une production nouvelle dont il est nécessaire de faire exécuter le modèle technique par l'intermédiaire de l'instructeur. Ainsi se crée une relation de dépendance très forte où l'instructeur transmet du savoir et des techniques, le producteur n'étant considéré que comme simple récepteur. Les références techniques et les intrants, le type et les doses d'engrais, d'insecticides et de fongicides diffèrent d'une entreprise à une autre, mais relativement peu. Toutefois, dans une activité très codifiée, la moindre différence devient très perceptible et constitue un élément de concurrence non négligeable parmi les producteurs.

Les aides sociales (santé, transport, alimentation et éducation) sont fortement tributaires des caractéristiques personnelles des instructeurs. Des normes précises ne sont pas établies au préalable par les entreprises quoique la coopérative se révèle être davantage impliquée dans cette dimension. Cette fonction d'"assistant social" produit une certaine tension chez les instructeurs, qui se sentent à la fois prisonniers des objectifs des entreprises et proches des conditions des producteurs. Ces derniers sont très conscients de cette ambivalence et l'intègrent dans leurs stratégies.

Méfiance vis-à-vis des capacités locales d'organisation

Le système adopté par les entreprises et la coopérative s'inspire fortement du *Training and Visit System*. Les similarités concernent l'organisation institutionnelle, la conception du métier d'agent de développement et de superviseur, le caractère descendant de la connaissance et du pouvoir, et même la fréquence des visites aux agriculteurs.

Une chose diffère toutefois : les réunions d'un ensemble de producteurs avec leur instructeur ne sont pas pratiquées. Il aura fallu une forte concurrence sur les coûts entre entreprises pour que celles-ci se résignent à ne plus faire une répartition individuelle de tous les intrants nécessaires. Cela n'en a rendu les principes du système que plus criants : l'entreprise réunit les agriculteurs afin de leur distribuer leurs intrants, mais ensuite chaque producteur passe au "confessionnal" devant la fenêtre de la camionnette de l'instructeur, pour se faire dicter les doses d'engrais à appliquer ! C'est que le système est basé sur une relation individuelle du paysan à la firme. Les instructeurs confient même qu'ils cherchent à ce que les agriculteurs ne se donnent pas de conseils techniques entre eux... Les liaisons horizontales entre agriculteurs sont donc évitées soigneusement. Ceci est d'autant plus remarquable que la coopération entre voisins est très développée à Misiones pour tout autre sujet.

Un système "imperméable" aux travaux de type Farming Systems Research (FSR) ?

Le système de développement mis en place par les entreprises vise à réduire l'hétérogénéité des conditions de production des exploitants en artificialisant le champ cultivé afin que soit applicable un modèle de culture unique : celui qui est maîtrisé par les firmes. Actuellement, l'efficience de ce système n'a été évaluée que par rapport aux firmes. Il n'a un tel succès que parce qu'il est accompagné d'une politique économique (crédits, notamment) qui, face à la démission de l'Etat et la faiblesse des organisations paysannes, fonctionne comme une incitation vis-à-vis des exploitations agricoles.

Pour nous chercheurs, quelle peut être la valeur opératoire des recherches de type FSR dans un contexte où l'instructeur est souvent comparé par les paysans, avec malice, au gendarme ? Est-il permis de douter que ce système soit appliqué par méconnaissance des firmes de toute autre méthode d'encadrement ? Les travaux de type FSR peuvent-ils se résigner à ne s'adresser à Misiones qu'aux services publics de développement, que les paysans ne voient pratiquement jamais !

Nous pensons qu'il faut faire preuve de pragmatisme et partir des formes possibles de réaction que les agriculteurs mettent en place afin d'ouvrir de nouvelles perspectives.

Les réponses des paysans

Diversité des agriculteurs et diversité des relations avec les entreprises

Les conséquences des directives des entreprises de tabac ne surprendront pas car elles sont classiques pour ce type d'encadrement. La culture du tabac se fait au détriment du secteur vivrier qui passe au second plan dans les tâches de l'exploitation. Les recommandations culturales sur le tabac, qui imposent une élimination complète des mauvaises herbes, ne permettent pas aux paysans de réaliser un contrôle plus souple de la repousse des adventices mise en œuvre traditionnellement afin de protéger le sol de l'érosion hydrique. C'est ainsi que le tabac Burley est de loin la culture la plus érosive qui soit pratiquée dans la province, et elle oblige régulièrement les paysans à défricher la forêt primaire. En outre, les doses, les caractéristiques chimiques et les conditions d'application des produits phytosanitaires nuisent gravement à la santé des familles des paysans et provoquent parfois une pollution des cours d'eau et de la faune.

Mais il n'est pas possible de comprendre ces systèmes d'encadrement si l'on considère globalement leurs effets, pour tous les agriculteurs. Nous avons donc essayé d'identifier différents types de comportement chez les producteurs en appréhendant la diversité des exploitations selon le rôle qu'y tient le tabac.

Nous avons basé notre typologie, d'une part, sur les recensements annuels des producteurs de tabac qui fournissent des données sur environ 16 000 exploitants, et, d'autre part, sur un échantillon de 58 exploitants que nous avons pu enquêter de façon approfondie en 1991. Différents types d'exploitants ont été identifiés après la réalisation d'une analyse factorielle des correspondances sur l'ensemble de la population. Nos enquêtes ont été utilisées pour interpréter de manière plus approfondie les résultats. Nous obtenons schématiquement les quatre types suivants corres

pondant à quatre types de comportement par rapport au tabac.

Groupe 1 : comportement "opportuniste"

Les producteurs de ce groupe ont réussi à mettre en place une surface significative de cultures pérennes (thé, maté, tung) et le tabac ne constitue pour eux qu'un complément. Parmi eux, on trouve le plus grand nombre de producteurs qui cultivent à la fois le Burley et le Criollo (un tabac brun autochtone traditionnellement planté à Misiones, et dont les exigences culturales, en temps et en intrants, sont bien moindres). Ces exploitants ne se trouvent pas dans les premières phases de leur cycle d'exploitation et disposent de ressources plus élevées que les autres. Ils sont généralement propriétaires de leurs lots. Ils sont moins dépendants que les autres des entreprises tabacoles pour leur fonctionnement économique. Ils ne constituent donc pas, pour ces dernières, un groupe sur lequel elles peuvent faire pression. Ces producteurs choisissent d'ailleurs des entreprises moins exigeantes, leur permettant de mener le tabac en marge du reste du système d'exploitation.

Groupe 2 : comportement cherchant à limiter les risques

Dans ce groupe, les exploitants diversifient leur activité agricole et développent, avec le tabac, aussi bien les cultures d'autoconsommation que les pérennes.

Certaines caractéristiques des exploitants de ce groupe sont similaires à celles du groupe 1. Cependant, ils se distinguent des premiers par la plus grande place accordée au tabac (plus du double du nombre de plantes) et par un recours plus important à de la main-d'œuvre parmanente ou saisonnière de plus de 15 jours. Celle-ci leur permet de mener de front une exploitation très diversifiée où le tabac occupe une place importante. Les revenus du tabac et les avances fournies par les entreprises leur permettent d'ailleurs de payer cette main-d'œuvre. Bien que plus faible que dans le groupe 1, le Criollo tient une place importante dans les exploitations. Cette catégorie a pris de l'ampleur entre 1987 et 1992, la conjoncture de prix étant défavorable aux cultures pérennes. Ce sont cependant des cultivateurs traditionnels de plantes pérennes qui établissent des relations non fidélisées avec les entreprises. Aussi, les producteurs de cette catégorie sont-ils plus enclins à jouer la qualité et la productivité pour être rémunérés en conséquence. S'ils veulent alléger leurs contraintes, ils peuvent diminuer l'emploi de la main-d'œuvre. Ils privilégient, par des négociations serrées avec les instructeurs, leurs plantes pérennes tout en cultivant le tabac. C'est ainsi, par exemple, qu'ils plantent du tabac entre les lignes de plantes pérennes jeunes, ce qui est normalement interdit par les entreprises.

Groupe 3 : comportement cherchant à maximiser les revenus

Ce sont de gros producteurs pour lesquels le tabac est la seule culture commerciale. Une grande partie d'entre eux cultivent, avec ou sans le Burley, le tabac Virginie, tabac clair développé depuis la fin des années 60 dans des régions peu propices aux plantes pérennes. En général, ces producteurs font leur carrière dans le tabac. Leur statut foncier est relativement stable. On trouve cependant moins de propriétaires que dans le groupe 1 ou le groupe 2 et plus d'occupants avec permis d'occupation. Ces exploitations disposent d'une abondante main-d'œuvre car ce sont des familles à association complexe (frères associés avec leurs familles ou un exploitant avec un ou deux fils mariés) ou font appel à de la main-d'œuvre salariée.

Presque 70 % d'entre eux n'ont pas changé de classe entre 1987 et 1992, alors que la mobilité est bien plus grande pour le premier ou le deuxième groupe. Ils sont bien connus des compagnies et constituent des sortes de noyaux durs de coopération dans certaines localités. Ils jouent parfois un rôle de leaders locaux, rôle que les entreprises tentent d'exploiter, mais les instructeurs craignent de ne pas pouvoir les contrôler suffisamment. Bien que la survie des producteurs de ce groupe dépende du tabac, les importantes quantités qu'ils cultivent leur permettent de négocier avec les instructeurs des conditions de production (prix, intrants, visites...) très favorables. Même en période de forte contraction du marché du tabac à Misiones, ces exploitants n'ont généralement pas été abandonnés par les entreprises. C'est pourquoi ils ne s'investissent pas davantage dans une animation technique locale indépendante de l'entreprise, qui les amènerait, dans les moments de rétraction du marché, à se retourner contre elle. En revanche, ils jouent la carte d'une certaine fidélité et stabilité des relations commerciales.

Groupe 4 : comportement bricoleur

Il s'agit de producteurs bricoleurs (au sens de Lévi-Strauss, 1962) par rapport au tabac, limitant celui-ci à un rôle restreint dans l'exploitation et donnant plus d'importance aux cultures vivrières et/ou au travail hors de l'exploitation. Une grande partie d'entre eux débutent dans l'activité et disposent de très peu de main-d'œuvre. Ils se trouvent en effet au début de leur cycle d'exploitation. C'est pourquoi ils ont des surfaces cultivées en tabac très faibles et mènent la culture le plus possible "avec les moyens du bord". Leur statut foncier est précaire ("intrus"), ce qui ne prédispose pas les entreprises à leur accorder des quotas de plantation élevés par crainte qu'ils ne partent sans rembourser les intrants.

C'est cependant dans ce groupe d'exploitants que les entreprises puisent les futurs gros producteurs de tabac spécialisés. En effet, 34 % d'entre eux sont passés dans le groupe 3 entre 1987 et 1992. Malgré cela, une majorité d'entre eux ne cherchent pas à augmenter leur activité tabacole. Pour la même période, 60 % des exploitants sont restés dans leur groupe.

Ils constituent en fait une sorte d'"armée de réserve" pour les entreprises en cas de conjoncture à la hausse des ventes de tabac dans le monde. La plupart sont peu perméables aux directives des instructeurs, exception faite des producteurs qui veulent devenir spécialisés. La coopération locale, que les entreprises redoutent tant, permet à ces petits producteurs tabacoles de conduire la culture du tabac (chantiers d'entraide aux labours, à la récolte ou à la classification) mais aussi de procéder à certains ajustements (tel exploitant refusé par une grande entreprise fera

clandestinement du tabac sous le nom de tel autre producteur).

Pour mieux comprendre les stratégies des agriculteurs, il faut voir ces différents types en dynamique : le tabac étant utilisé comme tremplin pour passer d'un type à l'autre et, notamment, pour devenir soit un gros producteur tabacole reconnu par les entreprises, soit, plus généralement, pour s'investir dans les productions pérennes.

Mais, si la mise en évidence de ces groupes traduit une diversité d'intégration du tabac dans les exploitations, on note, dans le temps, une tendance globale vers la spécialisation, c'est-à-dire une transformation des systèmes des types 1, 2 et 4 vers le type 3, que l'on peut attribuer directement au système d'encadrement.

L'aspect politique : les possibilités de réponses collectives

S'il y a carence dans le système de connaissance et d'information du tabac à Misiones (selon la notion "Agricultural Knowledge and Information Systems", AKIS, développée par Röling, 1991), elle est en grande partie due au manque d'organisation formelle des producteurs. Certes ceux-ci disposent d'une association depuis 1985, mais son rôle se limite à gérer des œuvres sociales (santé et retraite) et à participer aux négociations annuelles sur les prix du tabac, négociations dans lesquelles l'agro-industrie domine. Aucune action collective n'est mise en place par les producteurs pour essayer d'influer sur l'organisation du système technico-économique tabacole à Misiones. Le climat de peur véhiculé par les instructeurs est extrêmement peu propice au développement de ces organisations. Toute transgression d'un producteur de certaines normes, notamment, risquerait d'être sanctionnée par une exclusion du circuit tabacole. On peut d'ailleurs remarquer le faible degré de critique par les producteurs du système d'encadrement tabacole dans son ensemble. Nous avons pu tout au plus recueillir auprès des producteurs des opinions divergentes concernant telle ou telle entreprise.

La recherche publique argentine ne joue également guère son rôle puisqu'elle n'a elle-même aucun questionnement concernant le secteur du tabac. Le Movimiento Agrario de Misiones (MAM), unique syndicat de petits producteurs de Misiones, s'étant trouvé concurrencé dans la légitimité de sa représentation des producteurs de tabac par l'association, a eu tendance à se replier sur ses adhérents traditionnels : les producteurs de thé ou de maté. Toutefois, le MAM conduit actuellement une forte action revendicative dans le secteur tabacole, en faisant valoir que les petits producteurs de tabac sont les prolétaires des grandes entreprises. En fait, aucune action concrète n'est entreprise pour développer un pôle de compétence et de connaissance qui soit maîtrisé par les producteurs de tabac, et rééquilibrer ainsi la relation de dépendance technologique et économique de ceux-ci vis-à-vis des compagnies.

La coopérative de tabac, quant à elle, très dépendante de ses exportations et des relations qu'elle a avec les négociants internationaux, s'est pliée aux mêmes règles d'organisation que les grands groupes multinationaux, et ne constitue donc pas une alternative au système technique dominant ; elle le renforce au contraire.

Conclusion

L'exemple de Misiones montre que certains systèmes de recherche et de développement sont descendants et linéaires non pas nécessairement par méconnaissance d'autres schémas, mais en raison des intérêts des firmes agro-industrielles et de la structuration du pouvoir économique, qui va de pair avec une certaine structuration de la production et de l'utilisation de connaissance.

De tels systèmes constituent l'ordinaire de la majorité des paysans du tiers monde. Ces résultats remettent-ils en cause la portée des réflexions des chercheurs en FSR ? Ces approches affirment en effet que, si les appareils d'encadrement n'adoptent pas les schémas de fonctionnement et les méthodes proposés par les chercheurs en FSR, c'est par ignorance, reproduisant en cela les premières erreurs des conceptions sur la diffusion des techniques agricoles. D'autre part, la question du pouvoir est souvent ignorée et il est implicitement postulé dans ces travaux une bonne volonté innée de chacun des partenaires de la création et de la diffusion de connaissance. On peut alors se demander en effet à quoi et comment peuvent bien servir les approches FSR ou AKIS (Agricultural Knowledge and Information Systems) dans les situations que nous avons décrites.

Si la diversité de réponses que les paysans savent apporter sous un même schéma d'encadrement très contraignant montre que des recherches de type FSR, qui valorisent une diversité de production en tant que richesse, en vue de l'élaboration d'alternatives, sont une première étape pour la conception d'un autre type d'encadrement, ce n'est pas suffisant. En effet, de même qu'il a été envisagé une recherche de type *"step-by-step development"* (Simmonds, 1984), il semble indispensable de tenir compte, pour proposer une autre conception de l'encadrement, du contexte économique, politique et du savoir-faire des partenaires qui seront censés les mettre en œuvre. March et Simon (1960), Le Moigne (1990) montrent bien que le type hiérarchique d'organisation choisi par les systèmes d'encadrement que nous avons pris en exemple n'est pas le seul possible, il s'agit d'un choix : celui de réduire les coûts organisationnels. Des systèmes d'organisation utilisant des schémas non hiérarchiques peuvent être, comme le montre Havelock (1986), tout aussi efficaces (ou plus). Nous proposons, comme cela a été fait dans les travaux de Farming Systems Research, de davantage tenir compte de la complexité et de la diversité de la réalité que nous (chercheurs) voulons transformer. Et cette réalité n'est pas seulement un ensemble de systèmes de production, mais également de très divers Agricultural Knowledge and Information Systems pour lesquels tout type de changement n'est pas forcément acceptable.

A partir du cas étudié, nous souhaitons enfin poser des interrogations à notre propre communauté de chercheurs, FSR ou système de production : comment tenir compte des phénomènes de pouvoir et notamment de pouvoir économique dans la production et l'utilisation du savoir technique ? Egalement, comment contribuer à l'élaboration de propositions qui dépassent la contradiction entre les exigences du marché, dont les entreprises se font les relais, et le développement des exploitations agricoles ?

Références bibliographiques

Benor D., Harrison J.Q., Baxter M., 1984. *Agricultural extension. The Training and Visit System.* Washington D.C., USA, The World Bank, 85 p.

Chambers R., Jiggins J., 1987. Agricultural Research for Resource-Poor Farmers. Part II. Agricultural Administration and Extension, 27 : 109-128.

Clapp P., 1988. Representing reciprocity, reproducing domination : ideology and the labour process in Latin America contract farming. Journal of Peasant Studies, 16 (1) : 1-38.

Farrington J., Martin A., 1990. *La participation des agriculteurs dans la recherche agricole : concepts et pratiques. Londres, Grande-Bretagne,* Overseas Development Institut, 78 p. (Publication irrégulière, n° 9)

Glover D., 1984. Contract farming and small holder outgrower schemes in less developed countries. World Development, 12 (11-12) : 1143-1157.

Havelock R.G., 1986. Modelling the knowledge system. In : *Knowledge generation exchange and utilisation*, Beal, Dissanayake and Konoshima, (Eds), *Westview Press, Boulder, USA,* p. 77-105.

Le Moigne J.L., 1990. *La modélisation des systèmes complexes.* Paris, France, Dunod, 178 p.

Lévi-Strauss C., 1962. *La pensée sauvage.* Paris, France, Plon, 347 p.

March J.G., Simon H.A., 1960. *Les organisations.* Paris, France, Dunod, 254 p.

Röling N., 1990. Farm knowledge, politics permiting. *In : Proceedings of the International Workshop "Agricultural Knowledge Systems and the role of extension"*, Bad Boll, Germany, 21-24 May 1991, p. 9-33.

Séverac G., 1961. L'intégration verticale en agriculture. Annales de l'INA, 47 : 233-252.

Simmonds N.W., 1984. *The state of the art of farming systems research.* Washington D.C., USA, The World Bank, 135 p.

Pratiques de conseil et système d'information des agriculteurs

Le cas des agro-équipements

Cairol Dominique[1] ; Moisan Hervé[2]

[1]CEMAGREF, Division productions et économie agricoles, parc de Tourvoie, BP 121, 92185 Antony cedex, France
[2]INRA-SAD, route de Saint-Cyr, 78000 Versailles, France

Résumé

Dans le contexte économique actuel, les frais de mécanisation sont déterminants pour la pérennité des exploitations, d'où l'intérêt d'analyser dans ce domaine les pratiques de conseil auprès des agriculteurs. Une enquête qualitative a été réalisée en régions de grandes cultures et de polyculture-élevage, par entretiens auprès des concessionnaires de matériel agricole, des agents de développement et des agriculteurs ayant récemment acquis du matériel. A partir du thème central des agro-équipements, l'approche systémique permet d'identifier les pratiques de conseil et de les confronter aux sources d'information des agriculteurs. Les résultats sont discutés.

Mots clés

Systémique, système d'information, mécanisation, conseil aux agriculteurs, agro-équipement.

Abstract

Advisory Practices and Information Systems for Farmers: Case of Farm Equipment

Farm equipment costs are determining factors for farm sustainability in the current economic context. Advisory services to farmers therefore need to be examined closely. A qualitative survey was conducted in large-scale farming and mixed farming (crops and livestock) areas. Interviews were conducted with farm equipment dealers, agricultural consultants, and farmers who had recently purchased farm machinery. Advisory practices can be identified and matched with information sources through the systems approach. Results of the study are discussed.

Introduction

La communication rend compte des principaux enseignements d'une recherche menée en 1992-93 à l'initiative du Bureau de coordination du machinisme agricole (BCMA) avec l'aide du Syndicat national des entreprises de service et de distribution du machinisme agricole (SEDIMA), du Centre national du machinisme agricole, du génie rural, des eaux et des forêts (CEMAGREF) et de l'Institut national de la recherche agronomique, unité de recherche Systèmes agraires et développement (INRA-SAD) sur l'analyse des pratiques de conseil pour le choix des agro-équipements dans les exploitations agricoles. Cette étude correspond à une demande de la profession pour prendre en compte les "nouvelles conditions" auxquelles sont soumises les exploitations agricoles dans le contexte économique général de l'agriculture et de la réforme de la Politique agricole commune. Alors que les contraintes se durcissent vis-à-vis des agriculteurs (baisse des prix des produits sur les marchés internationaux, baisse des subventions, limitation de la production, gel des terres), les frais de mécanisation représentent des sommes considérables.

D'après le rapport Hapillon (Hapillon, 1990), ce dernier point constitue 24 % du total des charges réelles d'une exploitation céréalière et 18 % d'une exploitation de polyculture-élevage ; il est donc déterminant dans la gestion des exploitations. Le même rapport souligne qu'une amélioration du conseil en agro-équipement, pour lequel les agriculteurs ont de nombreux interlocuteurs, se traduirait par des économies substantielles.

Problématique

Les objectifs de l'étude portent sur les points suivants :

- identifier chez les agriculteurs qui souhaitent investir en agro-équipement la façon dont interviennent les différents conseillers, qu'ils aient une logique commerciale (concessionnaires, banquiers) ou une logique de développement professionnelle ;
- identifier le champ réel du conseil en agro-équipement délivré par les intervenants, et les moyens qu'ils mettent en œuvre ;

– mesurer l'adéquation entre le conseil fourni et les attentes réelles des agriculteurs.

Cette problématique doit être mise en perspective avec des travaux plus généraux qui concernent l'évaluation des politiques de conseil. Il faut souligner (Le Guen, 1986) que c'est une pratique peu courante en France, mais qui a tendance à s'imposer devant les choix à effectuer pour répondre aux nouveaux défis de l'agriculture et aux questions économiques et sociales qui en découlent ; l'audit de l'Association nationale pour le développement agricole (ANDA, 1993) est à ce titre significatif. Peu souvent considérés comme une problématique de recherche, les travaux méthodologiques sur l'évaluation des politiques de conseil sont limités, particulièrement en agro-équipement.

Au regard de ces finalités, le problème posé en termes de questions de recherche est le suivant :

– comment identifier les pratiques de conseil en agro-équipement et leur adéquation à la demande des agriculteurs, compte tenu de leur système d'information ?
– comment raisonner leur confrontation ?

Cette formulation correspond à un cadre conceptuel qui peut se résumer en trois hypothèses.

- Le thème de l'agro-équipement est une bonne voix d'accès pour identifier le réseau des interlocuteurs de l'agriculteur et contribuer à qualifier son sous-système d'information dans le système exploitation-famille. En effet, l'agro-équipement est l'objet d'interrelations entre les sous-systèmes (système opérant, système de pilotage...) du système exploitation-famille (Allain et Sebillotte, 1991). Le mode de représentation systémique de l'exploitation agricole (Brossier *et al.*, 1989) inclut de façon formelle le sous-système d'information et de mémorisation. Il est en relation avec le sous-système de pilotage, qui définit les stratégies du gestionnaire, le système opérant et l'environnement de l'exploitation. Cette représentation systémique permet de bien positionner la place des conseillers dans le système d'information de l'agriculteur.
- Le champ du conseil en agro-équipement et sa mise en perspective avec les attentes des agriculteurs peuvent être appréhendés par l'étude des façons de faire : les pratiques. L'approche par les pratiques nous semble pertinente pour décrire les étapes et les différents moyens que les acteurs mettent en œuvre pour atteindre leurs objectifs depuis leurs positions dans les institutions ou les entreprises. Cette méthode (Deffontaines et Raichon, 1981) a été utilisée pour identifier les connaissances et le raisonnement des agriculteurs. Les pratiques sont indicatrices des logiques d'action que l'on veut comparer.
- L'objet d'investigation nécessite une approche systémique compte tenu de la complexité des questions qui s'expriment à plusieurs niveaux : complexité du système d'acteurs, complexité des relations entre l'équipement et les autres moyens de production à l'intérieur du système exploitation-famille. Côté offre, le conseil est organisé à l'échelle du département, tandis que la demande des agriculteurs est atomisée, à l'exception des groupes formels comme les coopératives d'utilisation de matériel en commun (CUMA) ou informels comme les "groupes professionnels locaux" (Darré, 1986). La compréhension de la confrontation entre ces deux aspects du conseil oblige à une mise en relation des pratiques des agents de développement, par le biais des représentations qu'ils expriment sur leurs interventions respectives chez les agriculteurs.

Méthode utilisée

La démarche comprend essentiellement trois phases : une phase exploratoire, la pré-enquête ; le protocole et la réalisation de l'enquête ; l'interprétation des résultats.

La pré-enquête

En utilisant les compétences rassemblées dans l'équipe de recherche (connaissance des organisations de développement, des équipements, du fonctionnement technico-économique des exploitations agricoles), des entretiens ouverts ont été conduits dans trois concessions de machines agricoles situées dans l'Orne, la Seine-et-Marne, le Loiret. L'objectif était de mettre au point le dispositif d'enquête proprement dit et du même coup de valider les premières hypothèses énoncées nécessaires à la poursuite du travail.

Dans les régions évoquées, choisies notamment en fonction de la prédominance d'un système de production (élevage, grande culture, polyculture-élevage), et donc d'une gamme de matériels donnée telle que les ensileuses dans l'Orne, les tracteurs et moissonneuses-batteuses en Seine-et-Marne, l'irrigation dans le Loiret, l'entrée par la concession, en prenant pour thème fédérateur principal l'investissement en agro-équipement, s'est avérée favorable pour identifier les différents acteurs du conseil en relation avec l'agriculteur.

Avec ces premiers entretiens monographiques (de la concession aux conseillers via l'agriculteur, il a été possible de préciser les fonctions du conseil en machinisme et de celui en mécanisation à l'échelle de l'exploitation. Le conseil en machinisme a comme objectif de délivrer des informations relatives aux aspects technologiques des équipements (caractéristiques, adéquation aux conditions d'utilisation, réglages et entretiens). Le conseil en mécanisation, lui, est réalisé dans une perspective technico-économique (calcul de coût de revient d'un matériel, gestion des périodes de pointe en relation avec la main-d'œuvre et les conditions agro-climatiques...). Ces définitions se sont avérées nécessaires pour clarifier la conduite des entretiens (conseillers et agriculteurs).

Le protocole

Il est issu de la démarche exploratoire, et comprend deux guides d'enquête.

Les thèmes des enquêtes

Dans les enquêtes auprès des agriculteurs, quatre thèmes sont abordés : le système d'exploitation et la nature du parc matériel (aspects main-d'œuvre, pointes de travail) ; les pratiques d'achat du matériel et de demande de conseil ; les interventions des conseillers et les autres sources d'information ; les regards critiques de l'agriculteur sur le conseil.

Quatre thèmes sont abordés avec les conseillers : le champ d'intervention du conseiller auprès de l'agriculteur ;

la démarche dans l'action de conseil ; l'argumentaire ; l'auto-évaluation de la pratique de conseil.

Les terrains d'enquête

Ils ont été choisis en fonction des systèmes de culture et des possibilités de collaboration des concessionnaires à la recherche. Trois zones géographiques ont été retenues : Pays de Loire (Mayenne et Sarthe) pour le système de polyculture élevage et une pratique reconnue de l'équipement en commun, Picardie, moins soumise aux conséquences de la réforme de la Politique agricole commune grâce à ses cultures industrielles (Aisne, Oise et Somme), et Poitou-Charentes (Deux-Sèvres et Charente-Maritime) pour les grandes cultures.

L'échantillon

Concrètement, en utilisant la connaissance des concessionnaires et de leur équipe (les vendeurs, les mécaniciens, le service après-vente) en tant que distributeurs de matériel, on identifiait un agriculteur, ou une CUMA qui avait réalisé un achat de gros matériel dans l'année écoulée. Cette approche permettait ensuite avec l'agriculteur de construire le réseau d'interlocuteurs sollicités à cette occasion.

Notre échantillonnage a donc porté successivement sur le choix des concessionnaires, le choix des matériels et leur mode de propriété et d'utilisation (individuel ou collectif), les agriculteurs.

- Choix des concessions. Les concessions choisies sont des entreprises typiques du secteur, un panachage des marques commerciales distribuées a été effectué.
- Choix des types de matériel achetés. Les matériels sélectionnés permettant d'identifier le ou les agriculteurs doivent répondre aux critères suivants : achat inférieur à un an, matériel représentant un investissement important dont on peut supposer qu'il générera des gains de productivité ou de confort, matériel d'une technologie induisant un minimum de relations de conseil.
- Les agriculteurs retenus. Le choix est fait avec le concessionnaire. Sont exclus de notre échantillon les agriculteurs de plus de 50 ans sans successeur.

Résultats

Les résultats présentés sont partiels et portent sur les pratiques de conseil émanant des concessions, des organisations professionnelles agricoles et des centres de gestion d'une part, et d'autre part sur une analyse des demandes d'informations des agriculteurs enquêtés en fonction d'une typologie se référant à celle élaborée par l'ANDA.

Tableau I. Caractéristiques de l'échantillon (en nombre de personnes enquêtées).

Systèmes de culture	Polyculture - élevage	Grandes cultures	Total réalisé
Concessionnaires	5	6	11
Agriculteurs, achats individuels	11	15	26
Agriculteurs, achats collectifs	7	6	13
Total agriculteurs	18	21	39
Total conseillers	26	30	56

Les pratiques de conseil

Les agents des concessions

Malgré une crise sans précédent, en grande culture notamment, marquée par une chute de 20 à 40 % du chiffre d'affaires avec licenciement de personnel, les concessions ont un rôle clé dans le système d'information des agriculteurs car c'est dans ces entreprises que les caractéristiques des matériels sont exposées. Dans les concessions, trois catégories de personnes apportent des informations aux agriculteurs : le vendeur (dénommé aussi voyageur), le mécanicien et accessoirement le directeur.

Les vendeurs rencontrent le plus souvent les agriculteurs sur leur exploitation. Ils en connaissent les grandes caractéristiques en rapport avec l'équipement (productions, surfaces, matériels... et l'attirance des clients pour une marque. Chronologiquement, ce sont les premiers interlocuteurs des agriculteurs à répondre à un besoin technique en délivrant des conseils technologiques et commerciaux (prix, remise, conditions de financement). Face à l'agriculteur, le vendeur a à sa disposition une gamme d'outils personnels (argumentaire produit, comparatif concurrence, tracto-guide, essai CEMAGREF) et des outils de promotion (prospectus, plaquette, vidéo). Par ailleurs, ils disposent d'outils de gestion de la clientèle (fichiers clients, immatriculations). Très souvent, les vendeurs invitent les agriculteurs à rencontrer des utilisateurs en pleine campagne pour voir le matériel fonctionner.

Avant l'achat, les mécaniciens peuvent orienter les clients à l'atelier en donnant des informations sur le fonctionnement et la fiabilité des matériels. Après l'achat, ils en assurent la mise en route. Ils interviennent également dans le service après-vente, pour le dépannage, et véhiculent à cette occasion un conseil technologique.

Leurs directeurs décident des actions d'information (plaquette technique et promotionnelle, participation aux foires et expositions). Ils interviennent rarement eux-mêmes dans le conseil, sauf pour conclure une affaire importante, avec une CUMA par exemple. Face à l'évolution rapide de la technologie et dans un contexte de contraction du marché, l'importance du management des concessions est déterminante : en particulier, assurer une formation continue sur le produit sachant que néanmoins, du point de vue des vendeurs, "le terrain est la meilleure des écoles".

Les agents des organisations professionnelles agricoles

Nous évoquerons le cas des conseillers machinisme relevant des chambres d'agriculture et celui des animateurs CUMA qui peuvent en dépendre ou non. Ces deux catégories d'agents font du conseil en machinisme et en mécanisation. Mais on constate une réorientation des activités du conseiller machinisme vers plus de conseil en mécanisation au détriment du conseil technologique. Selon les régions et leur orientation technico-économique, l'offre de conseil est diversifiée en termes d'organisations et de pratiques.

Par exemple, en Mayenne et en Sarthe, le conseil en mécanisation et en machinisme est assuré de façon prépondé-

rante par les agents des fédérations départementales des CUMA. Seuls les agriculteurs susceptibles de s'équiper en commun sont contactés par ces conseillers. Ils aident les agriculteurs à choisir l'équipement (ensileuse, conseil en machinisme), ensuite ils raisonneront avec eux l'organisation des chantiers (ensilage, conseil en mécanisation). A l'aide de tableaux prospectifs (surfaces à travailler, temps disponibles), ils ajustent les performances de la machine aux besoins réels des exploitations. Le conseil individuel est le plus souvent ponctuel (fourni au téléphone ou en fin de réunion) pour les adhérents de CUMA.

En Pays de Loire, les conseillers de CUMA réalisent des démonstrations de matériel en collaboration avec les concessionnaires.

En Picardie, région de grande culture, les conseillers rencontrés ont des pratiques différentes. Le conseil en machinisme n'est plus la priorité dans deux départements alors qu'il l'est dans un troisième, la Somme. Dans cette zone géographique, le conseiller machinisme informe individuellement les agriculteurs (choix des tracteurs en fonction de la puissance nécessaire au relevage et à la prise de force).

Les agents des centres de gestion

Les prestations de base des centres de gestion concernent essentiellement la comptabilité, la déclaration d'impôt et la remise de résultats de gestion. Par exemple, à l'acquisition ou à la cession d'un matériel, ils indiquent le meilleur mode d'amortissement, la meilleure date d'acquisition au regard de la TVA, l'imposition de la plus value sur les cessions de matériel. L'analyse de leurs pratiques illustre la situation de concurrence entre organismes. Ainsi certains centres de gestion ont développé des prestations concernant la réorganisation du parc matériel lors d'une réorientation stratégique de l'exploitation, pour conquérir une nouvelle clientèle ou conserver leurs adhérents actuels. Par ailleurs, les connaissances techniques des agents étant limitées, certains centres font appel aux compétences externes : chambres d'agriculture ou autres. L'accès aux références techniques étant un enjeu de pouvoir, la plupart des centres préfèrent se limiter à leur métier de base.

Système d'information et typologie des agriculteurs

Avant l'achat d'un matériel, les agriculteurs font appel à différentes sources d'information. Le dépouillement des entretiens et le tri croisé des thèmes (cf. protocole) nous ont conduits à utiliser une typologie appropriée se référant pour l'essentiel à celle de l'ANDA (ANDA, 1993) afin de mieux analyser la diversité des demandes et des pratiques.

En analysant les comportements des agriculteurs vis-à-vis des offres de conseil, nous avons synthétisé la diversité observée en quatre groupes : les autonomes, les récepteurs dynamiques, les suiveurs et les isolés.

Les autonomes

Généralement, l'agriculteur de ce type sollicite peu d'interlocuteurs, sauf les voisins et les concessions. C'est lui qui élabore son raisonnement économique. La collecte d'informations très poussée et diversifiée (presse spécialisée) constitue la première étape de sa réflexion. Il visite les foires et expositions et participe aux démonstrations de matériel qui peuvent l'intéresser. Certains n'hésitent pas "à parcourir plusieurs centaines de kilomètres" pour voir le matériel fonctionner. L'essentiel est, dans un second temps, de rencontrer des utilisateurs. Ceux-ci le renseignent sur des conditions d'utilisation s'apparentant à celles qu'il connaît.

Les autonomes sont très critiques vis-à-vis du vendeur des concessions. Ils contestent ses compétences techniques et le considèrent surtout comme un commercial. Ils sont encore plus critiques vis-à-vis des conseillers machinisme d'organisations professionnelles agricoles et des conseillers de gestion.

Les récepteurs dynamiques

Par rapport aux autonomes, ils ont une attitude opposée dans la façon de considérer leur environnement de conseil. En effet, c'est dans cette catégorie que les intervenants sur l'exploitation sont les plus nombreux. En revanche, ils s'en rapprochent par le soin qu'ils prennent dans le choix des utilisateurs agriculteurs à consulter. Devant les nombreuses faillites des concessions, ils ont une optique de partenariat avec ces dernières mais souhaiteraient des pratiques commerciales claires et des prix fermes. Les relations avec les autres conseillers se font auprès des instituts techniques et auprès de conseillers machinisme/mécanisation pour des données technico-économiques (ces relations sont la spécificité des agriculteurs de cette classe). Les conseillers machinisme/mécanisation sont moins bien perçus que les conseillers des instituts techniques car les prestations de ces derniers sont purement techniques (les retombées sont plus facilement perçues car elles sont facilement chiffrables : primes de qualité pour les pommes de terre, par exemple). Les autres conseillers intègrent des considérations économiques et sociales moins bien quantifiables. Pour ce qui est des données fiscales et/ou financières, ces agriculteurs accordent une confiance importante au conseiller de gestion. Enfin, il faut noter que, parmi les agriculteurs des onze CUMA rencontrées, sept sont dans la classe des récepteurs dynamiques (deux en autonomes et deux en suiveurs). Les interventions du conseiller en machinisme se font toujours auprès du groupe entier (la CUMA en l'occurrence).

Les suiveurs

Globalement, ils contactent plus de conseillers que les autonomes parce qu'ils éprouvent nettement plus le besoin d'être rassurés dans leur choix. Dans l'échantillon, ils ont un niveau d'études moins élevé que celui des récepteurs dynamiques et autonomes. Leur collecte personnelle de références à travers la documentation et/ou les manifestations est limitée à la lecture des revues agricoles à caractère général et à la visite chez l'utilisateur proche pour voir le matériel fonctionner. Cette visite semble être prépondérante et un gage de fiabilité de l'information (référentiel technique local ; Moisan, 1988). Le vendeur est ensuite consulté pour avoir un conseil technique et négocier le prix. Les agriculteurs de cette catégorie téléphonent parfois au banquier pour demander un conseil financier.

Les "isolés" ne seront pas envisagés car très peu présents dans notre échantillon et faisant exclusivement appel aux concessions.

Discussion et perspectives

La méthode

La démarche systémique nous a permis d'identifier localement les acteurs du conseil et leurs pratiques. Dans la mesure où nous avons repéré une grande diversité des structures des organisations de conseil dans les départements et des actions qui en découlent (voir ci-dessus "Les agents des organisations professionnelles agricoles"), l'extrapolation des résultats à d'autres régions serait hasardeuse.

L'entrée par les agro-équipements s'est avérée opératoire dans notre démarche ; en revanche, l'utilisation de la typologie est réductrice de la réalité observée car les relations entre les sous-systèmes ne sont pas approfondies. Par exemple, l'influence de la production de références, par les groupes professionnels locaux (Darré, 1986), sur le sous-système d'information de l'agriculteur n'est pas traitée. Nous n'avons pris en compte que très partiellement le fonctionnement des organisations de conseil auxquelles était rattaché l'ensemble des acteurs. L'analyse des pratiques de conseil sous les contraintes de coût est également un point important. On a constaté que le concessionnaire avait actuellement de la difficulté à facturer au prix réel des éléments de conseil tels que le service après-vente, si celui-ci n'était pas inclus dans l'achat du matériel. Il en est de même pour les conseillers des organisations professionnelles agricoles qui constatent de fortes réticences pour le paiement éventuel de leurs prestations de la part de certaines catégories d'agriculteurs (autonomes et suiveurs).

Les résultats

Leur présentation ne permet pas de rendre compte de la richesse des données recueillies, qu'il s'agisse de la vie des groupes de développement, des pratiques de conseil spécialisé, telles que l'irrigation, l'utilisation des logiciels et de la presse spécialisée. Il faut mentionner également que le conseil des industriels, des instituts techniques, le conseil d'entreprise et des banques ne sont pas analysés ici. A titre d'exemple, on peut signaler pour les banques que le document comptable est le principal outil sur lequel elles travaillent, seules, en fonction de leur risque propre. Les industriels, de leur côté, véhiculent aussi un rapport de force vis-à-vis des producteurs à travers le conseil portant sur la qualité des produits.

Perspectives

Les orientations à tirer de cette étude pour la profession sont positives bien que difficiles, compte tenu de la complexité des situations observées. Par rapport à l'offre de logiciels d'aide à la décision pour le choix des agro-équipements, nos travaux confirment les conclusions du rapport Desjeux (Desjeux et Taponier, 1992) qui montraient que l'offre ne correspond pas aux attentes des agriculteurs et des conseillers. Les travaux réalisés contribuent à fixer des objectifs aux concepteurs de logiciels, comme par exemple de rendre les modèles plus concrets pour une meilleure appropriation par les utilisateurs. Il en est de même pour l'informatique embarquée sur matériels ou les informations recueillies par les capteurs qui doivent correspondre à un réel besoin (Chèze, 1993). Une citation du rapport ANDA vaut également en matière de conseil en agro-équipements : *"Face aux nouveaux besoins exprimés, des démarches filières et multipartenaires sont indispensables et incitent notamment à des collaborations plus étroites entre organisations professionnelles agricoles et organismes économiques."* Ainsi notre étude fait-elle ressortir des intérêts antagonistes en présence : le concessionnaire et le centre de gestion par exemple. Un travail en réseau devrait assurer une complémentarité de savoir-faire à moindre coût pour l'élaboration de références communes. La mission des agents de développement en serait clarifiée et l'offre de conseil plus adaptée.

Remerciements

Nous tenons à remercier tout particulièrement MM. Fievet, directeur du BCMA, et Bonnefond, du SEDIMA, ainsi que MM. Guiard et Teixeira chargés d'études.

Références bibliographiques

Allain S., Sebillotte M., 1991. Equipements et fonctionnement des exploitations agricoles : contribution pour une meilleure aide à la décision. Economie rurale, 206 : 81-87.

ANDA (ouvrage collectif), 1993. *Les attentes des agriculteurs en matière de conseils*. ANDA, 69 p.

Brossier J., Chia E., Marshall E., Petit M., 1989. *Recherches en gestion : vers une théorie de la gestion de l'exploitation agricole. In : Actes du Séminaire de recherches sur les Systèmes agraires et le développement* (SAD), St-Maximin, 2-3 mars 1989, Paris, France, INRA, p. 65-92.

Cairol D., Lesaffre B., Montalescot J.B., 1988. Le conseil économique à l'investissement en agro-équipement dans les exploitations agricoles. Contribution présentée à la réunion du Conseil supérieur de la mécanisation et de la motorisation de l'agriculture, CEMAGREF, p. 15-24.

Chèze B., 1993. Progrès technologique et productivité du matériel. Journée nationale APCA-FNCUMA du 20 janvier 1993, Paris, 8 p.

Darré J.P., 1986. Le rôle des groupes de voisinage dans l'élaboration et la reproduction des normes de travail. Bulletin technique d'information, 442 : 353-358.

Deffontaines J.P., Raichon C., 1981. Systèmes de pratiques, terroir, moyens d'analyse d'une agriculture générale. Bull. Soc. Econ. Rur., 142 :. 30-40.

Desjeux D., Taponier S., 1992. *Diagnostic sur les conditions de la valorisation des outils informatisés d'aide à la décision dans le choix des agro-équipements*. Argonautes, recherche et conseil en sciences humaines, 3 volumes.

Hapillon P., 1990. *Rapport sur le dispositif d'information et de conseil dans le domaine des équipements pour l'agriculture*. Paris, France, ministère de l'Agriculture et de la Forêt, 44 p.

Le Guen R., 1986. L'élaboration des modèles de vie et de travail en agriculture. Evaluer le développement : un art ambigu et peu pratiqué dans l'organisation agricole en France. Agriscope, 7 : 64-69.

Moisan H., 1988. Perception du territoire et production de référentiels techniques locaux par les agriculteurs. *In :* Pour une agriculture diversifiée, M. Jollivet éd., Paris, France, L'Harmattan, p. 218-224.

Une recherche-action agissant sur les représentations que les organismes de recherche et de développement se font du savoir des agriculteurs

Les conditions préalables à la participation

Albaladejo Christophe[1] ; Casablanca François[2]

[1]INRA, unité de recherche Systèmes agraires et développement, Auzeville, BP 27, 31326 Castanet-Tolosan cedex, France

[2]INRA, unité de recherche Systèmes agraires et développement, LRDE, quartier Grossetti, BP 8, 21250 Corte, France

Résumé

Nous présentons deux projets de recherche-action qui se proposent d'agir non directement sur la réalité, mais sur les représentations que les acteurs concernés s'en font, et pas seulement sur les autres (agriculteurs, agents de développement, etc.), mais sur soi (chercheurs) et les autres. Nous postulons en effet que la participation dans la production de connaissance, notamment en agriculture, requiert une déconstruction du regard des acteurs dominants, parmi lesquels souvent la recherche agronomique. En Argentine, nous avons mené des recherches visant à représenter les savoirs locaux des agriculteurs au sujet de questions qui sont celles que se posent actuellement les appareils publics de recherche et de développement. En Corse, nos recherches visent à faire découvrir, par les producteurs eux-mêmes, le potentiel d'innovation de leurs vieilles traditions charcutières qui deviennent formalisables dans des cahiers des charges. Dans les deux cas, les modèles de l'activité agricole que nous construisons sont des outils de modification des représentations des acteurs (producteurs, techniciens de développement, chercheurs) sur leur propre réalité. Le résultat, processus de changement et non état final, est difficile à évaluer. Nous en discutons cependant l'enjeu pour mener à bien une recherche participative, et les difficultés institutionnelles que ces recherches ne manquent pas de soulever.

Mots clés

Participation, savoirs locaux, recherche-action, pratiques de communication, dialogue chercheurs-agriculteurs, apprentissage collectif, pouvoir et connaissance.

Abstract

Action Research on How Research and Development Organizations View Farmers' Knowledge

The paper presents two action research projects that do not directly concern reality but how different social actors see reality, and they not only affect farmers and development agent but also researchers. Participation in knowledge generation, particularly in agriculture, requires a deconstruction of the way the dominant social actors, including researchers, regard reality. Research conducted in Argentina aimed at representing farmers' knowledge on questions that interested them as well as public research and extension organizations. The project in Corsica aimed at making producers discover the innovation potential in their age-old meat processing traditions, which could be transformed into commercial specifications. The agricultural activity models that were developed in the two cases served as tools for modifying the way the different actors saw reality. The resulting process of change is difficult to evaluate. Its significance for participatory research and institutional impact are discussed.

Introduction

Les recherches sur les systèmes de production agricoles ou "farming systems", qui ont cherché dans un premier temps à comprendre l'activité de l'agriculteur sans lui demander son avis, s'intéressent de plus en plus à la participation des agriculteurs non plus seulement dans la définition d'objectifs de développement ou la mise en œuvre d'actions de développement, mais aussi dans la production de connaissance (Farrington et Martin, 1990 ; Chambers et Jiggins, 1987). Toutefois, nous avons pu constater que, si les discours des chercheurs et des agents de développement changent, leurs pratiques considèrent encore les agriculteurs comme des objets d'étude ou d'intervention, ou des "clients" (Darré, 1985). Les projets de recherche dotés des meilleures intentions du monde en matière de participation ont du mal à remettre en cause les vieilles logiques de communication descendante, ou, lorsqu'ils y parviennent, il est impossible d'institutionnaliser cette expérience. Pourquoi ?

Nous faisons l'hypothèse que la participation, surtout dans le domaine de la production de connaissance et lorsqu'on part d'une situation où elle n'existe pas ni n'a ja-

mais existé, requiert préalablement un processus de transformation des représentations des acteurs dominants pour rendre plus probable l'émergence d'autres acteurs. Ce processus de reconstruction du regard sur les autres comme de potentiels acteurs peut-il être déclenché "de l'intérieur ?"

Il y a en effet un cercle vicieux dans les pratiques et les systèmes de communication des organismes de recherche et de développement agricole : par rapport au savoir, leurs attitudes de domination ne se modifieront pas sans l'émergence d'acteurs qui soient capables d'opposer et de discuter avec une certaine force et autonomie des conceptions foncièrement différentes. L'émergence de ces partenaires n'est pas possible tant que l'attitude des organismes de développement et de recherche ne se modifie pas... Quel rôle peut jouer la recherche (sur elle-même notamment) pour contribuer à déclencher un changement d'attitude propice à l'émergence de nouveaux acteurs dans le champ de la connaissance agricole ? Et, surtout, peut-elle jouer ce rôle de l'intérieur et dans quelles conditions ?

Sur deux terrains différents, nous avons tenté de produire un changement dans les représentations des acteurs dominants : en Argentine, dans les puissants organismes de recherche et développement publics, et en Corse, chez les différents acteurs privés et publics de la filière porcine réunis autour d'un projet de "charcuterie corse". Dans les deux cas, nos méthodes (systémiques) s'inspirent de la "Soft System Methodology" élaborée à l'université de Lancaster par Checkland (Checkland, 1981 ; Checkland et Scholes, 1990) : nous ne cherchons pas à aboutir à un modèle définitif de la réalité, mais à une modélisation provisoire sans cesse remise en cause, dont la validation est constituée par les processus de changement qu'elle est capable de provoquer chez les acteurs sociaux concernés. Comme le fait remarquer Checkland, ce n'est alors pas seulement notre vision de la réalité qui est systémique, mais surtout notre relation avec elle. Il s'agit donc d'une méthode constructiviste (Watzlawick, 1988).

La représentation des savoirs locaux

En Argentine, dans le cadre d'une recherche sur le développement local, nous (chercheurs) tentons, par les représentations que nous fournissons aux organismes de recherche et de développement, de modifier l'attitude très autoritaire et hautaine qu'ont ces organismes vis-à-vis des petits agriculteurs dans la production de connaissance. Deux séries de recherches réalisées en Argentine sont présentées : l'une dans la province de Misiones, l'autre dans la province de Buenos Aires.

Identifier un domaine d'interrogations le plus commun possible aux agriculteurs et aux organismes de recherche et de développement

Les recherches portent sur des localités agricoles, qui sont en général les espaces de travail et de discussions quotidiennes des agriculteurs entre eux, autrement dit des unités sociales au sein desquelles les agriculteurs coproduisent leurs propres connaissances (Darré, 1985). Un travail exploratoire vise à déterminer un "domaine de préoccupations" qui serait susceptible d'être partagé par les techniciens, les chercheurs et les agriculteurs. Ce n'est pas chose facile étant donné que le dialogue est si peu fréquent et approfondi entre ces trois types de personnages, qu'ils ne partagent généralement pas les mêmes préoccupations ou qu'ils ne les hiérarchisent pas de la même manière.

Il est toutefois important d'identifier un domaine qui "fasse problème" pour la recherche et qui en même temps soit susceptible de faire facilement l'objet de discussions entre agriculteurs, si ce n'est déjà le cas. Dans la province de Misiones, un front de colonisation sur une forêt primaire subtropicale, la question retenue portait sur l'érosion des sols due aux pratiques agricoles. C'est un domaine de grande préoccupation pour les organismes de recherche et de développement car les agriculteurs pratiquent une agriculture itinérante qui auto-alimente le front pionnier alors que les terres vierges (les disponibilités foncières) sont en train de s'épuiser rapidement, et que les terres occupées perdent leur potentiel productif. Il se trouve que c'est également un sujet de dialogue entre voisins agriculteurs car les pratiques de gestion de la fertilité des sols sont l'objet de constants ajustements en fonction de la zone d'arrivée des petits agriculteurs et en fonction de l'évolution, rapide, du milieu naturel. Dans une région totalement différente, le bassin du Salado en Argentine, la question retenue concernait la gestion de la surface fourragère. Il se trouve dans ce cas que la question de la recherche et du développement dans cette zone concerne les possibilités d'intensifier la production de viande bovine en introduisant des prairies temporaires. Ce "problème" n'en est pas du tout un pour les petits éleveurs de la localité de Lezama où nous avons travaillé avec Cittadini (1993) ; par contre, le type de culture fourragère (maïs, avoine, etc.) et leurs pratiques culturales (associations culturales, dates de semis, etc.) et d'affouragement font l'objet de discussions dans la localité de Lezama qui a été étudiée en exemple. Nous avons retenu la question de la gestion de l'approvisionnement fourrager de l'exploitation.

Représenter des savoirs agricoles locaux

Dans un deuxième temps, les connaissances des agriculteurs sur les questions considérées sont représentées afin de les rendre visibles et compréhensibles par les techniciens, de façon à ce qu'ils puissent en repérer une logique interne et avoir quelques éléments de comparaison par rapport à la leur.

A Misiones, dans la localité de Lujan prise en exemple (100 familles agricoles), nous avons pu constater l'existence, malgré la jeunesse de la collectivité locale (les installations dataient de 5 à 6 ans en moyenne), d'un référentiel technique local concernant les pratiques de gestion de la fertilité des sols (successions culturales et façons culturales pratiquées en fonction des sols, de la pente, de l'histoire de la parcelle). Ce référentiel nous a permis (Albaladejo, 1993) d'interpréter non seulement les choix productifs actuels des agriculteurs mais également leurs projets d'installation de nouvelles cultures. Ces résultats montrent l'existence d'une cohérence locale forte dans la gestion de l'espace, une cohérence qui semble contradictoire avec la vision et les projets que le ministère de l'Agriculture en 1984 et l'INTA en 1985-1992 ont cherché à impulser pour ce type d'exploitation.

Dans la localité du Salado (province de Buenos Aires), l'analyse des systèmes fourragers des petits éleveurs révèle également un petit nombre de logiques techniques locales. Nous avons pu mettre en évidence la cohérence des choix techniques des agriculteurs et mesurer combien en sont éloignées les recommandations que l'INTA cherche depuis des années à faire adopter (notamment son paquet technique concernant les prairies artificielles). Le constat d'un décalage entre les conceptions de la recherche et les préoccupations des producteurs n'est pas nouveau, il a été mis en évidence depuis plusieurs décennies. Notre travail prolonge ce constat en essayant de comparer non plus seulement des préoccupations ou projets, mais des moyens de les concrétiser : ce sont les conceptions techniques qui sont comparées afin de comprendre sur quels points elles sont incompatibles.

Mettre en évidence les mécanismes sociaux qui permettent cette production de connaissance

Mais ces logiques techniques locales ne sont pas figées, bien au contraire, elles sont capables d'apprentissage et d'évolution. C'est pourquoi les conditions, notamment les conditions sociales locales, que la production et le développement de cette logique requiert sont également analysées et représentées. Notamment, nous avons analysé les densités et morphologies de réseaux de relation entre exploitations : réseaux de dialogue technique (suivant en cela l'expérience du GERDAL), réseaux de coopération économique et réseaux de parenté. Contrairement à l'attente de beaucoup d'agents de développement de la zone qui déclaraient que "les producteurs sont ici individualistes", les résultats montrent entre exploitations une très forte densité et diversité de liens de dialogue, de coopération, dont une grande part ne s'explique pas seulement par la parenté (Albaladejo, 1993). En l'absence en général de toute assistance technique de la part des organismes publics de recherche et de vulgarisation, ce sont ces réseaux locaux spontanés qui permettent aux petits agriculteurs de s'installer sur le front pionnier à Misiones et d'innover constamment, ou faire face à la crise pour les petits éleveurs de la province de Buenos Aires. Nous avons toutefois pu remarquer que, si une organisation collective formalisée se construit à partir d'une organisation "communautaire", ces deux types d'organisation ne sont pas toujours en synergie.

Le statut du modèle et ses implications scientifiques et institutionnelles

A quoi sert ce type de recherche ? Aux petits agriculteurs ? A notre avis non, pas directement. Il sert au chercheur et à l'agent de développement. Son objectif est de l'aider à reconstruire sa représentation de la réalité sur laquelle il travaille. Cela n'est pas vain, et pas seulement parce que nous nous sommes entendu dire à Misiones "qu'il n'était pas besoin d'enquêter les producteurs puisqu'il existe des techniciens qui travaillent dans la région depuis plus de 25 ans...". S'obliger à utiliser une approche compréhensive de l'activité agricole (Albaladejo, 1992), raisonner par empathie (à condition de ne pas se prendre au piège de l'identification), conduit le technicien à se reconsidérer. Elle lui donne une chance d'être un interlocuteur plus fin observateur, plus instruit, de l'agriculteur. C'est d'ailleurs à partir du moment où les organismes de recherche et de développement comprennent bien à quoi sert ce type de recherche que les craintes de remise en cause du métier et les réticences des institutions commencent à se manifester.

Cette recherche inclut forcément dans le sujet sur lequel doit porter le changement ceux qui mènent la recherche. Contrairement à la tradition en la matière, les travaux menés sur les systèmes de connaissance paysans sont donc d'abord conçus comme des recherches portant sur les représentations des techniciens (chercheurs et agents de développement). Plus exactement, il s'agit de travaux non pas sur ces représentations, ce qui supposerait une distance bien marquée d'observateur extérieur et aurait peu de chances de susciter des changements très profonds, mais agissant sur (et "agi par") les représentations des chercheurs et des techniciens. En effet, nos résultats de recherche ne mènent à aucune prescription ou méthode recette pour les services de développement par exemple, mais il sont un point de départ devant permettre aux services concernés d'élaborer leurs propres méthodes de compréhension et de dialogue avec les agriculteurs.

La mise en dynamique des savoirs traditionnels

En Corse, l'élevage porcin extensif est une activité essentiellement localisée dans les parties intérieures et montagneuses de l'île. Il représente, aux yeux de nombreux observateurs, un des points d'appui potentiels du développement des zones soumises aux processus de marginalisation les plus puissants. En effet, ses caractéristiques originales (race locale, finition automnale en châtaigneraie, transformation fermière en produits typiques) font des produits de charcuterie un élément du patrimoine régional. Cependant, de tels systèmes d'élevage sylvopastoraux sont disqualifiés par leur faible niveau de productivité dans leur confrontation au modèle industriel classique. De plus, les produits fermiers, absorbés principalement par la vente directe, n'approvisionnent pas le marché dont la demande en produits typiques est couverte par des salaisons d'imitation élaborées à partir de carcasses importées.

Les élus professionnels responsables des structures de développement, les techniciens de ces structures, les producteurs, tous s'accordent avec les chercheurs pour considérer qu'une protection des produits authentiques contre la falsification et la spéculation devrait être le point d'appui essentiel d'une politique de relance porcine (Molenat et Casabianca, 1979). Il devrait être possible que les produits issus des deux systèmes puissent occuper des segments différents du marché, les producteurs locaux pouvant se positionner sur des produits haut de gamme. Pourtant, malgré de nombreuses tentatives, cet assentiment ne débouche sur aucune démarche collective.

Les raisons du blocage

Les apports antérieurs des chercheurs visaient à établir une définition objective des productions traditionnelles en

vue de leur protection. Mais cette définition est demeurée largement extérieure aux acteurs concernés. La cible en était presque exclusivement institutionnelle (syndicats, chambres professionnelles), ce qui conférait un caractère défensif (une protection contre les imitations) à la démarche, sans parvenir à rencontrer des producteurs directement motivés (bien peu ont le projet de sortir de la vente directe, ce qui engendrerait alors le besoin de disposer d'un label).

De plus, une telle démarche techniciste conduit les références produites par le chercheur à devenir des normes, ce qui renforce l'attitude normative des techniciens de développement face à des producteurs dont ils perçoivent mal les rationalités. En effet, les secteurs traditionnels sont très souvent constitués de savoirs tacites, d'où la technique (savoir formalisé) demeure absente (Casabianca *et al.*, 1990). Alors que, comme nous l'avons observé en Argentine, ils ont de grandes capacités d'innovation, quand il s'agit de se représenter formellement les "traditions" en matière de produits, les producteurs adoptent fréquemment un rapport atomisé (chaque producteur construit sa représentation du produit idéal) et crispé (innover reviendrait à s'éloigner de la tradition) à l'authenticité des manières de produire. Ainsi, les discours dominants mettent-ils en avant la nécessité d'une protection des produits, mais les représentations de cette protection que se font les différents acteurs demeurent incompatibles entre elles.

La production de règles dans des groupes "intermédiaires" : le cahier des charges

En 1990, sur la base des approches de la qualité des produits typiques, un groupe de producteurs a participé à un essai de commercialisation de ses produits fermiers à des prix très élevés dans une cave de vente directe d'un viticulteur, en appellation d'origine contrôlée. Ce groupe, de taille réduite, a ainsi pris conscience des possibilités de valorisation, dès lors que le produit fermier se mue en produit gastronomique de très haut de gamme (De Sainte Marie *et al.*, 1993). Une fois cette prise de conscience réalisée, processus en co-évolution avec l'action du groupe, celui-ci s'est progressivement doté d'une stratégie commerciale collective dans laquelle il a bien fallu adopter des règles, c'est-à-dire formaliser une discipline de production. La notion de cahier des charges est ainsi devenue centrale dans la démarche, non dans ce cas pour gérer des transactions mais pour convenir des conditions de ressemblance minimale des produits issus des différents ateliers.

Nous avons, dans l'émergence et la constitution de ces règles, choisi de perturber les statuts de chacun : désormais, le chercheur ne peut plus être celui qui sait expliquer, mais devient celui qui rend intelligibles les questions et formalise les possibles. Il ne s'agit pas plus d'élaborer nous-mêmes, selon des "prérogatives" propres, le cahier des charges complet et définitif, que de magnifier le savoir paysan en laissant les producteurs seuls face à la complexité de leur tâche. Il s'agit d'une redistribution des rôles dans une démarche participative où l'interactivité reste non symétrique : le chercheur propose un cadre possible avec des points pertinents (par rapport à l'objectif du groupe) et des références mobilisables. Les producteurs exercent leur responsabilité en repérant les points qui leur semblent prêts à être informés et en négociant entre eux un contenu (une expression provisoire de la règle commune).

Déplacement des rôles et dynamiques induites

Tout d'abord, le caractère contraignant des règles est apparu acceptable par les producteurs quand ces contraintes sont le résultat d'une décision du groupe. Ces règles sont bien souvent issues de pratiques traditionnelles sans statut technique : leur formalisation provoque une satisfaction collective tant la représentation des savoirs locaux est valorisée par leur explicitation. De plus, l'accord dont témoigne l'énonciation de la règle permet à la discipline de production de contribuer à un processus de solidarisation du groupe.

D'autre part, la progressivité des contraintes dans leur combinatoire et leur complexification rythmée par les campagnes de production nous a conduits à proposer la notion de "génération de cahiers des charges" (Poggi *et al.*, 1992). Des apprentissages doivent donc être menés au sein du groupe, y compris par rapport aux connaissances des chercheurs et aux savoirs des techniciens de développement. En particulier, produire des connaissances permet au chercheur de gagner du temps pour un choix ultérieur de démarche, mais pas pour raccourcir le temps de l'apprentissage organisationnel, incompressible pour chaque groupe (Piaget, 1972) : on ne peut transférer le cahier des charges complexifié sous peine de rejet (fort logique), par contre il devient possible de transférer le processus de construction.

La participation et les nouvelles représentations

Les producteurs engagés dans la mise en forme de leurs savoirs acquièrent une meilleure capacité de dialogue avec les techniciens et les chercheurs : cette démarche conforte l'autonomie des savoirs locaux. En effet, "réinventer la tradition" en lui conférant forme et statut revient à se rendre capable de voir positivement ses propres innovations, et en tout cas de ne plus les voir comme un processus qui entraîne inexorablement la détérioration de l'identité des produits.

Cela suppose de nouvelles démarches des chercheurs, à la fois pour repérer les enjeux de production de connaissance et anticiper en conséquence, mais aussi pour construire avec leurs partenaires des objets et des questionnements dont la pertinence est liée aux dynamiques à l'œuvre. Il est encore trop tôt pour l'affirmer, mais il semble que les acteurs concernés passent d'une protection défensive et sclérosante à une protection dynamique et active. Se créent, dans ce mouvement, de nouveaux espaces de participation dont la structure et la stabilité demeurent toutefois incertaines.

Conclusion

Nous avons pu non seulement constater les grandes capacités d'innovation des paysans dans deux situations géographiques fort éloignées, mais aussi mieux saisir les

conditions locales qui permettent la mise en œuvre de ces capacités et notamment des organisations collectives locales (action collective en Corse et importance des réseaux de relations entre exploitations, au-delà des seuls réseaux de parenté en Argentine). Mais, pour s'exprimer dans des projets de développement, ces capacités ont besoin d'un changement d'attitude des organismes de recherche et de développement.

Les résultats de ces différents travaux sont difficiles à évaluer, d'abord parce que la tâche qu'ils se proposent est énorme et que l'ambition est modestement de tester la faisabilité d'un tel changement d'attitude et non de le produire à grande échelle, et ensuite parce que le résultat est un processus et non un état. Ce processus se met en place sur un temps qui n'est pas celui donné au petit groupe de chercheurs essayant de l'amorcer.

De fortes résistances sont apparues dans certains cas dès qu'il a été perçu que les missions de l'organisation et la conception du métier de chercheur ou d'agent de développement sont remises en cause (Vallerand *et al.*, 1992). Par ailleurs, les représentants des agriculteurs et les agriculteurs eux-mêmes ont également du mal à sortir de ces représentations qu'ils subissent (parce qu'ils en partagent certains principes) avec les organismes de recherche et de développement, même si elles les désavantagent. Cela contribue à rendre politiquement très fragile la situation des chercheurs essayant d'amorcer un changement.

Il est intéressant de comparer la remise en cause dans les institutions qu'un travail à propos des représentations peut suggérer par rapport à son absence pour des projets dits "participatifs" menés à bien par les mêmes institutions. Il devient ainsi possible d'évaluer la distance importante qui sépare la production d'un discours sur la participation de la mise en place d'un processus de transformation des représentations (notamment sur les agriculteurs) qui la permette vraiment.

Références bibliographiques

Albaladejo C., 1992. Une approche compréhensive de l'agriculture d'une collectivité locale. Vers une "agronomie compréhensive". *In : Auto-organisation des systèmes agraires au niveau local,* C. Albaladejo éd., Toulouse, France, INRA-SAD, p. 45-60.

Albaladejo C., 1993. Systèmes spontanés d'échange de travail entre petites exploitations d'un front pionnier argentin. *In : Agricultures et paysanneries en Amérique latine*, T. Linck éd., Paris, France, ORSTOM, p. 177-180.

Casabianca F., Luciani A., Santucci P.M., 1990. Elevage porcin et charcuterie sèche en Corse : une filière axée sur la maîtrise de la qualité. Science Technique Technologie, 12 : 4-9.

Chambers R., Jiggins J., 1987. Agricultural Research for Resource-Poor Farmers. Part II. Agricultural Administration and Extension, 27 : 109-128.

Checkland P., 1981. *Systems thinking, systems practice.* Chichester, Great Britain, John Wiley & Sons, 330 p.

Checkland P., Scholes J., 1990. *Soft Systems Methodology in action.* Chichester, Great Britain, John Wiley & Sons, 329 p.

Cittadini R., 1993. *Articulation entre les organismes de recherche et de développement et les collectivités rurales locales.* Thèse, université du Mirail, Toulouse, France, 286 p.

Darré J.P., 1985. Du discours scientifique au dialogue entre praticiens : rupture et emprunts. Formation Emploi, 12 : 11-16.

De Sainte Marie C., Casabianca F., Poggi M., 1993. La construction d'un marché gastronomique pour une charcuterie corse fermière. In : Symposium "Elevage et tourisme rural en régions méditerranéennes", Evora, Portugal, 11-13 octobre 1993 (à paraître).

Farrington J., Martin A., 1990. La participation des agriculteurs dans la recherche agricole : concepts et pratiques. Londres, Grande Bretagne, Overseas Development Institut, 78 p. (publication irrégulière, n° 9).

Molenat M. Casabianca F., 1979. Contribution à la maîtrise de l'élevage porcin extensif en Corse. Bulletin technique du Département de Génétique Animale *INRA,* 32, 72 p.

Piaget J., 1972. *Problèmes de psychologie génétique.* Paris, France, Denoël, 174 p.

Poggi M., Casabianca F., De Sainte Marie C., 1992. Essai de modélisation d'une aide à l'organisation de producteurs fermiers par la recherche-action. In : Actes du symposium "Suds et îles méditerranéennes", Ajaccio, 29-31 octobre 1992 (à paraître).

Vallerand F., Casabianca F., Santucci P.M., Bouche R., 1992. Apport du concept d'organisation dans une recherche-action sur des systèmes d'élevage méditerranéens. *In : Approche globale des systèmes d'élevage et étude de leurs niveaux d'organisation*, Gibon et Matheron éd, Publ. Commissions des Communautés européennes (EUR 14479 Fr-En), p. 21-44.

Watzlawick P. (éd.), 1988. *L'invention de la réalité. Contributions au constructivisme.* Paris, France, Le Seuil, 374 p.

Les éleveurs ovins des Préalpes face aux innovations techniques

Production de viande et gestion de troupeaux

Migliori Sonia ; Deverre Christian ; Lasseur Jacques
INRA, unité d'Ecodéveloppement, BP 91, 84143 Montfavet cedex, France

Résumé

Ce travail est le produit d'une recherche ethnographique portant sur les pratiques et les représentations de la reproduction (dans le double sens de production de jeunes et de renouvellement du troupeau) chez des éleveurs ovins des Préalpes. On y analyse les mécanismes au travers desquels ils adoptent et adaptent de manière sélective des innovations parmi celles émanant du modèle génétique qui leur est proposé. S'ils acceptent l'intrusion de critères et méthodes nouveaux dans le domaine de la production des agneaux, domaine piloté par le fonctionnement du marché dont les règles leur échappent, ils tendent à se réserver un domaine propre, celui de la gestion et de la reproduction du troupeau. Ce dernier s'insère dans l'univers social local où dominent des critères de savoir et de savoir-faire indigènes qui filtrent les innovations et les adaptent de manière créatrice aux systèmes d'élevage.

Mots clés

Ethnographie, élevage ovin, reproduction, sélection, pratique, représentation culturelle, Préalpes françaises.

Abstract

Technology Innovation among Sheep Farmers in the French Alpine Region: Meat Production and Flock Management

The paper is based on ethnographic research on practices and patterns for animal production (lamb production and flock replacement) among sheep farmers of the French Alpine region. It analyzes the processes of selective adoption and adaptation of innovations from the genetic technology package proposed to them. Farmers accept new criteria and techniques for lamb production, which is governed by market laws that lie beyond their scope. Flock management and replacement still remains their preserve as they are part of the local social universe, which is dominated by local know-how. In this case, farmers select innovations and adapt them to their production system.

Position du problème

L'activité d'élevage ovin dans les Préalpes françaises a pour principale finalité, au plan économique, la production d'agneaux. Au plan national, la dynamique de cette activité, au cours des trente dernières années, a été conditionnée par le développement d'un modèle reposant sur la spécialisation accrue des exploitations et un accroissement de la productivité physique des animaux (Blanchemain, 1988). Suite à la promotion de méthodes modernes d'amélioration génétique par la loi sur l'élevage, des opérations de développement visant à sélectionner et assurer la diffusion d'un matériel animal performant ont été mises en œuvre au sein des Unités de promotion de race animale (UPRA).

La structuration des populations animales est basée sur le concept de race anglo-saxon (Flamant, 1988). Elle a été réalisée par des groupes d'éleveurs qui assuraient une sélection dans laquelle l'estimation de la qualité d'un animal s'effectuait à l'œil. Il s'agissait de maintenir un aspect général des animaux à travers des critères allant du cornage à la conformation bouchère, le cahier des charges étant défini par un "standard" de la race. Les nouveaux schémas s'appuient sur cette structuration, mais il s'agit, à partir des années 70, d'assurer la sélection et la diffusion de caractères quantifiés et dont on connaît l'héritabilité pour assurer l'accroissement de la productivité. Peu à peu, on stipule que "*dans tous les cas, les éleveurs souhaitent améliorer la productivité numérique des brebis, la croissance des agneaux et la qualité de leurs carcasses*" (Elsen et Bibé, 1988). La prolificité et la valeur laitière des brebis deviennent ainsi les caractères les plus importants à sélectionner dans les schémas d'amélioration génétique des ovins-viande en France. Le contrôle de performance en ferme vise à identifier les animaux ayant la meilleure valeur face à ces critères, permettant ainsi de réaliser des accouplements raisonnés. Les meilleurs géniteurs mâles sont isolés et, grâce au corollaire de l'amélioration génétique qu'est l'insémination artificielle, testés sur leur descendance. Les améliorateurs peuvent ensuite, toujours grâce à l'insémination artificielle et

aux techniques d'induction des chaleurs, être largement diffusés dans la population à améliorer. La performance d'un animal est alors la somme d'un effet des gènes et du milieu d'élevage, en ne considérant aucune interaction entre ces facteurs. Les limites de ce modèle en milieu peu maîtrisé sont soulignées et conduisent à s'interroger sur la mesure de la capacité d'adaptation des animaux à leur environnement (Ménissier, 1990).

En ce qui concerne la race Préalpes, les critères retenus par les sélectionneurs sont principalement la prolificité et la valeur laitière. Depuis peu, suite à l'entrée de l'aval de la filière dans le financement du schéma d'amélioration génétique (les groupements de commercialisation sont représentés à parité avec l'UPRA. dans la nouvelle coopérative génétique), la qualité bouchère est prise en compte. L'insémination artificielle qui, dans l'esprit des sélectionneurs, devrait assurer une large diffusion de l'amélioration génétique reste cependant assez marginale (3 000 brebis inséminées en 1992 pour le département des Alpes-de-Haute-Provence). Elle est surtout utilisée pour du croisement avec des races à viande. Ce chiffre et les observations que nous avons pu effectuer sur le terrain montrent qu'un certain décalage existe entre la vision de la sélection basée sur l'amélioration génétique et les pratiques des éleveurs en matière de renouvellement de leurs troupeaux. C'est l'objet de cette communication que d'analyser les racines de ce décalage du point de vue des éleveurs.

L'enquête ethnographique

Une observation ethnographique a permis de suivre des éleveurs des Préalpes du Sud dans leur pratique professionnelle quotidienne et d'étudier les représentations de leur métier. Ce travail vise à analyser les mécanismes par lesquels ces éleveurs adoptent de manière sélective des innovations parmi l'ensemble technologique disponible en matière de reproduction (production de jeunes et renouvellement du troupeau).

Quatre éleveurs sont plus particulièrement concernés par cette étude, localisés à Digne, Sisteron, Saumane et Aiglun (Alpes-de-Haute-Provence). Chacun présente des caractéristiques propres : les variables sont la taille du troupeau (de 200 à 550 têtes), la race (Préalpes "pures", Préalpes croisées Lacaune, Mérinos), l'âge des exploitants, leur itinéraire de formation et leur cheminement social. Les modes de conduite sont également différents : deux éleveurs pratiquent l'estive. Mais en règle générale les troupeaux pâturent des parcours, des prairies et sont complémentés en bergerie durant la fin de gestation et l'allaitement avec du fourrage et du grain (maïs, céréales).

Pratiques et représentations de la reproduction

Les deux béliers

Lors de la lutte, deux catégories de béliers peuvent être utilisées selon l'orientation de la reproduction. La lutte peut être en effet distinguée selon qu'elle est destinée à la production d'agneaux ou à la reproduction du troupeau. Dans le premier cas, les éleveurs utilisent des reproducteurs sélectionnés selon des critères de qualité-viande, reproducteurs qu'ils se procurent auprès du chevillard, acheteur des agneaux.

"Je me fie surtout à mon marchand. C'est lui qui m'amène les béliers. Il fait mettre ça ou ça. C'est lui qui prend les agneaux. Lui, il lui faut la qualité. Il me la paie mais c'est lui qui les amène. C'est lui qui me les trouve, c'est moi qui les paie. Il me les amène, je lui demande jamais la race." (Aiglun, novembre 1992).

"On préfère le croisement avec des Ile-de-France même si on a un peu plus gros travail à l'agnelage. Ils ont une plus grosse tête mais ils se développent plus vite. Ils ont une meilleure conformation. Ils graissent moins vite et avec plus de poids tandis que les pays ça graisse plus vite surtout les femelles, le poids est vite limite. Les pays ils font 14-15 kilos, les Ile-de-France 18-19. Donc on a un gain d'argent et ils sont mieux conformés." (Sisteron, mars 1993).

La race du bélier introduit dans le troupeau, Berrichon, Ile-de-France..., est fonction des critères retenus par l'acheteur, celui-ci conditionnant le choix de l'éleveur en fonction des besoins du marché.

"Oh, ben on se plaint beaucoup aussi parce que vu les cours de... On rend un peu responsables les chevillards bien sûr. Le chevillard c'est celui qui fait le commerce, qui fait le grossiste, celui qui abat et qui fait de l'exportation." (Chateauneuf-Miravail, décembre 1992).

Lorsque l'éleveur vise la reproduction du troupeau, la production des agnelles de renouvellement, ce sont des béliers "pays" Préalpes qui sont utilisés. Ces béliers, sélectionnés par l'UPRA. et réputés pour leurs "chiffres" sont également fournis par le chevillard.

"Comme là j'ai remis un Préalpes bon. Je les garde (les agnelles) quand elles naissent au mois de janvier, euh, décembre... J'en garde des miennes quand je mets un mouton de pays." (Aiglun).

Pour éviter les problèmes de dégénérescence du troupeau et de consanguinité, la durée de vie du bélier sur l'exploitation ne dépasse guère trois ans.

"Trois ans après on le vend si quelqu'un le veut, autrement on le vend à la boucherie. On le garde trois ans parce qu'après ça fait de la consanguinité." (Digne, décembre 1992).

"On en achète, on en garde pas. Si on veut avoir un croisement, si on garde nos béliers avec nos femelles on risque d'avoir des problèmes. Il vaut mieux acheter des béliers, les garder deux ou trois ans et puis les vendre. Ça fait que vous risquez de garder des femelles qui passeront jamais à leur père pour ainsi dire." (Sisteron, décembre 1992).

Le bélier de "pays" est également utilisé avec des agnelles lors de leur première lutte, la tête des agneaux croisés étant plus large que celle des agneaux "pays".

"Mais les jeunes il faudrait qu'ils apprennent, que ça prenne par des Préalpes... Il faudrait que ça prenne par des pays, des Préalpes on appelle ça. Ils ont une plus petite tête et plus allongée alors elles le font plus facilement. Tandis que les Berrichons..." (Aiglun, mars 1993).

Le naturel et l'artificiel

Dans les deux cas, la lutte pratiquée est une lutte naturelle : les béliers sont simplement lâchés dans le troupeau sans autre manipulation, durant la nuit et parfois dans la journée durant trois à six semaines, deux fois par an, ce qui correspond respectivement à la lutte d'automne et à la lutte de printemps. Certains peuvent avoir recours à une lutte intermédiaire.

Les brebis font l'objet de soins particuliers, les éleveurs veillent plus que d'ordinaire à leur santé, notamment lors de la lutte de printemps, jugée plus difficile que celle d'automne car elle ne correspond pas à la période physiologiquement favorable du cycle des brebis. *"Lors de la lutte d'automne les bêtes passent mieux"*. Les éleveurs soulignent l'importance d'une bonne alimentation durant la lutte qui conditionne la réussite de celle-ci. Une nourriture plus riche à base de céréales ou de grains de maïs leur est distribuée. Cet apport de nourriture est censé favoriser les chaleurs de la brebis et par conséquent la lutte.

Les zootechniciens désignent cet apport subit d'aliments riches, de céréales notamment, comme le flushing, qui entraîne une stimulation de l'appareil reproducteur se traduisant par une augmentation du taux d'ovulation et une augmentation des naissances doubles. Pour être efficace, le flushing doit être maintenu après la lutte afin d'éviter des avortements.

Cette technique favorisant le dessaisonnement du cycle naturel des brebis et l'accroissement du rythme des agnelages est adoptée par les éleveurs y compris dans sa dénomination, flushing. Pour les éleveurs, cette technique semble naturelle et correspond à une observation de leur pratique d'élevage.

"Ça, c'est connu depuis longtemps. Tous les agriculteurs disaient : bon, les brebis elles passent bien au mouton maintenant (c'est-à-dire en automne) qu'il y a beaucoup d'herbe, qu'il fait chaud." (Saumane, décembre 1992).

"L'artificialisation" technique semble par ailleurs se heurter au "naturel" des pratiques des lors qu'elle porte sur la manipulation des brebis : les éponges et l'insémination artificielle sont ainsi récusées.

"L'insémination, moi je suis pas partisan de ça. Après ça fait des bêtes plus fragiles..." (Sisteron, mars 1993).

"Oh non c'est toute une mise en scène pour faire l'insémination artificielle. Ça peut être intéressant, je dis pas que, mais nous on met au bélier." (Banon, décembre 1992).

"Avant ils croisaient pas les bêtes. Maintenant ils... ça vient un peu de partout. Alors les maladies s'apportent de partout. Ils croisent les races ici et là... Et puis ça dégénère." (Digne, mars 1993).

Par ailleurs, l'amélioration de la prolificité visée par l'insémination artificielle ne constitue pas un critère primordial de sélection pour les éleveurs. Au contraire, l'augmentation des naissances doubles est redoutée en raison du travail supplémentaire occasionné pour l'éleveur et de la fragilité des agneaux doubles.

"Disons les agneaux de doubles ça dépend, en principe on les garde pas trop quand même parce que, si il y en a qui sont belles, elles font des fois des beaux agneaux mais sinon, si on voit qu'elle en fait pas trop, on la garde pas sinon ça va dégénérer dans la génération." (Sisteron, mars 1993).

Maître chez soi

L'éleveur reste également maître du choix de ses brebis lors d'un achat ou d'un auto-renouvellement. Il doit anticiper les qualités, potentialités qui seront celles de l'agnelle. Les critères de sélection sont esthétiques et pratiques. Ils portent essentiellement sur l'allure, la conformation, les aptitudes physiques. Il faut que l'agnelle soit "belle", de bonne constitution, mais surtout qu'elle soit robuste et adaptée à son environnement.

"On fait autre chose nous. Comme cette année au bout de trois mois, quand les agnelles commencent à grossir on les met dehors, dans la montagne... Dès qu'on en voit une qui suit pas, on l'enlève. C'est-à-dire on voit de suite celles qui s'habituent au terrain ou pas. Après dans ce qui reste, on enlève celles qui font le mieux, voilà notre système." (Digne, mars 1993).

"Les agnelles déjà une première chose c'est d'avoir déjà des béliers, des reproducteurs qui soient valables. Ça c'est justement là où on se retrouve chercher des bons béliers dans les UPRA, ça a quand même du bon. Et il y a aussi disons la valeur de chaque mère, un peu sa carcasse et puis sa valeur laitière. Parce qu'il y a des brebis je garderai jamais une agnelle de ces bêtes-là. Ou elles n'ont pas assez de lait ou alors elles sont capricieuses beaucoup plus que les autres donc il y a le caractère aussi. On élimine de suite c'est pas la peine." (St-Estève, décembre 1992).

Ces mêmes critères sont exprimés par l'éleveur de Digne qui espère produire des agnelles de renouvellement.

"Après plus tard quand j'aurai mon troupeau, je ferai sûrement des agnelles de renouvellement pour les autres. Je ferai une présélection à la naissance c'est-à-dire celles qui résistent le mieux par rapport au troupeau et celles qui profitent le mieux par rapport aux chiffres et tout ça." (Digne, décembre 1992).

La qualité du troupeau est le fondement du système d'élevage et de conduite des animaux. Le système d'évaluation est ici celui de "l'intérieur", celui des éleveurs entre eux, et il se différencie de celui de "l'extérieur", le circuit technique assujetti au marché. La production d'agneaux de qualité n'est pas la seule finalité du travail de l'éleveur. Son activité met en jeu d'autres critères d'évaluation qui conduisent à l'organisation de méthodes et de réseaux de renouvellement du troupeau distincts de celui des reproducteurs de bêtes à viande. Les éleveurs ont ici recours à l'achat d'agnelles ou de béliers auprès de "pairs" choisis et reconnus pour leurs qualités professionnelles. C'est le cas notamment à Sisteron où aucun auto-renouvellement n'est pratiqué. L'éleveur, par la gestion de son troupeau, maintient une cohérence entre l'organisation pastorale, son espace, ses techniques de garde, l'organisation de son calendrier et la division sexuelle et générationnelle du travail. Les notions de qualité attribuées au troupeau et les logiques d'évaluation de la pratique professionnelle se réfèrent au système d'élevage et de conduite des troupeaux, quelle que soit la race adoptée. Les impératifs du marché ne sont pris en considération qu'au travers du croisement industriel (et du dessaisonnement), qui vise à rendre les agneaux "conformes" aux règles de celui-ci (les éleveurs transforment souvent le terme "conformation" en "conformité" lorsqu'ils parlent des agneaux de boucherie).

Discussion

Il apparaît donc, à un premier niveau d'analyse, que les pratiques de renouvellement du troupeau — et particulièrement le choix et la provenance des reproducteurs — s'organisent chez les éleveurs préalpins tout à fait indépendamment des méthodes préconisées par les organismes en charge de l'amélioration génétique. Les modèles techniques proposés par ceux-ci ne sont adoptés que pour la production des agneaux de boucherie (et d'ailleurs seulement partiellement, puisque l'insémination artificielle fait peu d'adeptes).

La reproduction du troupeau des mères est basée sur des pratiques d'auto-renouvellement "indigène", parfois grâce à des béliers "pays" élevés sur l'exploitation, mais plus souvent encore grâce à des agnelles ou des béliers acquis auprès de "pairs", le plus souvent des éleveurs de la région proche. Cependant, comme on a pu l'observer dans le cas d'un éleveur de Mérinos, les achats peuvent être effectués à des distances importantes. La notion de groupe professionnel, basée sur l'identité "raciale" du troupeau, est sans doute donc ici préférable à celle de groupe local. La qualité professionnelle de ces pairs, qui rejaillit sur celle de l'acheteur, est reconnue par ces achats préférentiels selon un système d'évaluation dont le code — porteur d'identité collective — est entièrement différent de celui des schémas d'amélioration génétique : la conformation, la "beauté", la santé des animaux — qui conditionnent celles du troupeau — prennent le pas sur les paillettes performantes mais anonymes et sur le "chiffre", garant de prolificité.

La crainte du mélange des sangs et de la dégénérescence du cheptel est souvent mise en avant par les éleveurs pour justifier la réticence à adopter les modèles des UPRA. Mais on peut aussi avancer l'hypothèse que la gestion du renouvellement du troupeau s'insère dans un univers social professionnel (ou local) où sont confrontés et discutés des critères de savoir et de savoir-faire indigènes, et qu'elle fait donc en quelque sorte partie du "domaine réservé" des éleveurs préalpins, place forte de leur identité collective. L'innovation savante pour sa part n'est acceptée que dans le domaine étrange(r) et individualisé du marché (de la viande), où chaque éleveur et chaque agneau sont évalués séparément dans un cadre défini par des agents et des consommateurs extérieurs au groupe professionnel, mais dans lequel se joue la capacité personnelle de l'éleveur à assurer sa survie économique (encore que la part des primes liées à la dimension du troupeau soit de plus en plus importante dans le revenu des éleveurs).

Plutôt qu'à un choc frontal entre deux cultures hermétiques l'une à l'autre, traditionnelle et naturelle contre moderne et artificielle, on serait plutôt ici face à une articulation, une association au sein d'un même système de production de deux savoir-faire dont l'efficience puise sa justification dans deux ensembles sociaux distincts. L'excellence professionnelle de l'éleveur serait évaluée selon des normes sociales indigènes (un bon et sain troupeau correspondant à un système de conduite adapté au milieu), tandis que l'efficacité du producteur de viande serait conditionnée par sa réussite au regard des normes du marché (qualité bouchère, capacité à assurer le dessaisonnement).

Il reste que l'analyse proposée risque de faire apparaître le système de production ovine des Préalpes comme un compromis complexe, fruit de la tension entre désir social de maintenir une appartenance collective et nécessité économique d'ajuster les pratiques aux lois du marché. On serait face à des stratégies d'ajustement, combinant le vieux couple "tradition locale" et "innovation venue de l'extérieur". Ce serait sans doute là minimiser les capacités d'invention et d'anticipation (notions clés du fonctionnement créatif du milieu intérieur, selon Leroi-Gouhran, 1973) dont témoignent les pratiques des éleveurs, y compris lorsqu'elles apparaissent comme des "résistances" au progrès venu de la génétique savante.

La généralisation sans problème apparent des méthodes de flushing à partir de troupeaux génétiquement "traditionnels" illustre la première capacité, l'invention. Mais, d'autre part, et surtout, l'insistance avec laquelle les éleveurs mettent en avant les nécessaires potentialités d'adaptation à des milieux diversifiés et à des contextes économiques changeants de leur "matériel génétique", potentialités réalisées grâce à un savoir et un savoir-faire territoriaux (systèmes d'alimentation et de garde), nous paraît caractéristique d'une démarche anticipatrice beaucoup plus que d'une inertie technique. En tout état de cause, et sans que l'on puisse attribuer à ces éleveurs une aptitude prévisionnelle démesurée, force est de constater que leur orientation les rend aujourd'hui aptes à répondre aux "nouvelles fonctions" affectées désormais aux activités d'élevage dans les zones méditerranéennes : lutte contre la friche et entretien de l'espace. Les schémas scientifiques d'amélioration génétique, par leur inaptitude à intégrer les critères d'"adaptation" au milieu, n'ont pas fait preuve de cette capacité d'anticipation.

Les associations techniques du système d'élevage préalpin apparaissent donc dans ce contexte moins comme des ajustements que comme des créations dynamiques et conscientes. Ainsi, l'insémination artificielle, proposée comme méthode de diffusion du progrès génétique est utilisée par les éleveurs comme technique de lutte lorsque les conditions du milieu ne permettent pas une monte naturelle en croisement industriel (transhumance) ; les semences de béliers améliorateurs Préalpes sont utilisées afin de faciliter la première mise-bas d'agnelles dans des troupeaux où le reste des brebis est conduit en croisement industriel. Les échanges de jeunes femelles s'organisent autour de la création d'un catalogue de vendeurs d'agnelles pour lesquelles la caractérisation du statut sanitaire du troupeau d'origine compte davantage que la qualification génétique.

Références bibliographiques

Blanchemain A., 1988. Intensification, extensification. Quel avenir pour la production ovine française ? Economie rurale, 183 : 26-34.

Elsen J.M., Bibé B., 1988. Sélection des ovins viande : développements récents et perspectives. Bulletin technique ovin et caprin, 23 : 37-50.

Flamant J.C., 1988. La dimension humaine des schémas d'amélioration génétique des races ovines. *In : Homme, Animal, Société. I. Biologie et animal*, A. Gallo et F. Oge éd., Toulouse, France, Presses de l'Institut d'études politiques, p. 347-365.

Leroi-Gourhan A., 1973. *Milieu et techniques*. Paris, France, Albin Michel, 475 p.

Ménissier F., 1990. Objectifs de sélection des bovins à viande face à une extensification des systèmes de production. 41e réunion de la Fédération européenne de zootechnie, Toulouse, France, 14 p.

Proximité de systèmes de production et reprises techniques

Examen de la pertinence d'un concept à partir d'un cas d'innovation aux Comores

Pillot Didier ; Sibelet Nicole
GRET, 213, rue La Fayette, 75010 Paris, France

Résumé

Les modèles d'évolution des systèmes agricoles sont fréquemment utilisés pour identifier des systèmes considérés comme "proches" et, par là même, susceptibles d'intégrer des innovations similaires. On examine ici la pertinence d'un concept de proximité – ou à l'inverse de distance – entre systèmes de production ou entre systèmes agraires régionaux pour tenter d'expliquer une dynamique d'innovation. Sur l'île d'Anjouan, aux Comores, les agriculteurs de la région de Niumakélé ont transformé leurs systèmes de production à la fin des années 60 en clôturant leurs parcelles de haies vives et en modifiant profondément les systèmes de culture et d'élevage à l'intérieur des parcelles encloses. Dans une autre région de l'île, Koni, aux caractéristiques agroécologiques proches, les systèmes de production sont restés inchangés jusqu'au milieu des années 80, malgré des échanges nombreux avec le Niumakélé. A partir de 1985, une dynamique d'embocagement est née à son tour à Koni, reproduisant le modèle de Niumakélé. L'application à cet exemple précis d'un raisonnement en termes de proximité-distance explique fort bien les évolutions des systèmes agraires régionaux. La pression démographique apparaît comme le premier facteur de distance entre les deux ensembles régionaux. L'innovation se déclenche à Koni en 1985 lorsque le système régional devient très proche de ce qu'il était au Niumakélé en 1970. En revanche, le modèle se révèle tout à fait inopérant pour expliquer l'innovation à l'échelle des systèmes de production individuels. Des paramètres nouveaux non liés à l'organisation des systèmes de production, mais référant à la position de chacun à l'intérieur de la société, forgent un cadre idéologique qui s'avère en définitive plus déterminant pour les transformations à l'échelle familiale.

Mots clés

Innovation, changement technique, système agraire, système de production, contraintes sociales, Comores.

Abstract

Commonality between Farming Systems and Technology Emulation: Study of the Relevance of the Commonality Concept Based on a Case Study in Comoro

Models of changing farming systems are frequently used to identify systems that share common features and are likely to assimilate similar innovations. The paper examines the relevance of commonalities—or, inversely, differences—between regional farming and rural systems to the study of innovation dynamics.In the late 1960s, farmers in the Niumakélé region on the Anjouan island of Comoro transformed their farming systems by planting quickset hedges around their fields. The crop and livestock production systems within the hedged field were also completely modified. In another region, Koni, of the island, which has similar agroecological features, farming systems remained unchanged until the mid-1980s despite frequent interaction with Niumakélé. In Koni, the first enclosures were established in 1985 and were subsequently extended throughout the region. The concept of commonality-distance explains the transformation in the two regions. Population pressure appears to be the main difference factor. The innovation was adopted in Koni when the local system reached the same level as Niumakélé's in 1970. However, the commonality-difference model cannot explain innovation at individual farm level. The pioneers were not resource-poor farmers, as the model would show, but those with a certain social status. Other factors linked to the social position of individual farmers at local level create ideological constraints that appear to be decisive for innovation at this level.

Introduction

L'analyse des pratiques des agriculteurs et la modélisation des systèmes qu'ils mettent en œuvre sont fréquemment présentées comme des outils devant permettre de

définir des actions de développement au niveau régional, tenant compte des logiques individuelles. En éclairant les fondements des comportements techniques, économiques et sociaux des producteurs et des autres acteurs de la vie locale, ces recherches permettent en effet de mettre en évidence à la fois les moteurs et les blocages de la transformation des systèmes productifs.

Nous nous interrogerons, à partir d'un cas concret, sur l'utilisation de telles analyses pour anticiper les transformations possibles d'un système agraire régional, et cerner, par comparaison, les innovations qu'il peut être en mesure d'intégrer. On testera ensuite l'application des mêmes méthodes aux systèmes de production, avant de nous interroger sur les paramètres qui fondent la capacité sociale d'un individu à innover.

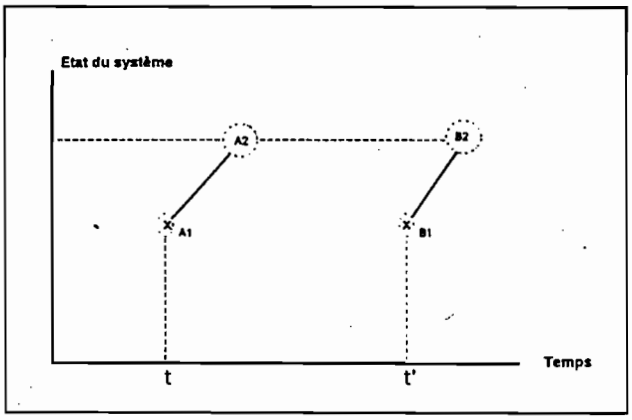


Figure 1. *Appropriation d'une innovation par les systèmes agricoles.*

Le modèle théorique : distance et proximité de systèmes agricoles

La plus grande difficulté que connaissent en général les recherches-système réside non pas en leur déroulement, mais en leur valorisation sociale. En d'autres termes, il est souvent difficile de transformer la connaissance élaborée en actions susceptibles de favoriser l'innovation[1].

Les hypothèses sur les innovations qui seraient susceptibles d'être appropriées par les producteurs[2] sont souvent formulées à partir de comparaisons empiriques entre le système agraire régional analysé et d'autres systèmes considérés comme "comparables". On postule alors, souvent implicitement, qu'il existe des tendances lourdes d'évolution des systèmes agricoles. Moyennant certaines conditions de comparabilité, liées au milieu physique, à l'environnement économique, aux conditions sociales, à leur organisation interne, ces systèmes pourraient intégrer des innovations similaires. Une innovation particulière, qui a été appropriée par les producteurs d'une région A, à un moment t, transformant les systèmes de l'état A1 à l'état A2, pourrait être reprise par les producteurs d'une région B à un moment t' pour faire passer leurs propres systèmes de l'état B1 à l'état B2, dès lors que A1 et B1 sont suffisamment "proches" et que les mêmes facteurs de changement[3] sont à l'œuvre ou peuvent être mis à l'œuvre (figure 1).

Sur cette base, il est possible de bâtir des modèles théoriques d'évolution des systèmes agraires régionaux (Boserup, 1965 ; Ruthenberg, 1983 ; Mazoyer, 1985).

Un raisonnement analogue peut être tenu, non plus entre des systèmes agraires régionaux différents, mais entre systèmes de production à l'échelle d'une même région. Ainsi, on reconnaît désormais largement que, les exploitations agricoles d'une région étant diversifiées, la même innovation n'est pas appropriable par la totalité d'entre elles au même moment, quelles que soient les actions d'animation, d'information ou de formation qui sont entreprises. Mais, pour deux exploitations dont les systèmes de production peuvent être considérés comme proches, une innovation technique appropriée par l'une peut être reprise[4] par l'autre. Cette hypothèse justifie, entre autres, la pratique d'analyses de groupe entre exploitants (Roybin, 1987).

On est alors conduit, en termes de recherche, à élaborer des zonages et des typologies pour regrouper des systèmes ayant un fonctionnement considéré comme "proche" et pouvant, en conséquence, connaître des évolutions semblables ou être intéressés par la même innovation[5]. Des exploitations de type différent peuvent être placées à leur tour sur des trajectoires d'évolution qui fournissent une représentation des scénarios possibles de leur transformation (Capillon et Manichon, 1979).

Pour examiner la pertinence du concept de "proximité"[6], nous considérons les systèmes de production de deux régions différentes R1 et R2 comme les individus de deux populations, au sens statistique du terme. Ces individus sont placés dans un espace dont les dimensions sont constituées par chacun des grands facteurs reconnus comme les plus décisifs du fonctionnement des systèmes qu'ils représentent. En règle générale, il s'agit :

- des caractéristiques agro-écologiques du milieu exploité ;
- de l'accès aux principaux facteurs de production (terre, capital et travail) ;

[1] Cf. les nombreuses évaluations faites de projets de recherche-développement ou de *farming systems research* lancés depuis une quinzaine d'années (Tripp, 1991 ; Farrington et Bebbington, 1993 ; Berdegué, 1993).

[2] L'appropriation de techniques agricoles se traduit en pratiques, comme l'explique Milleville, 1987.

[3] Un facteur de changement se définit comme *"un élément d'une situation donnée qui, du seul fait de son existence ou par l'action qu'il exerce, entraîne ou produit un changement"* (Rocher, 1972). Ce facteur de changement sera lui-même soumis aux conditions du changement qui sont *"des éléments de la situation, qui favorisent ou défavorisent, activent ou ralentissent, encouragent ou retardent l'influence d'un facteur ou de plusieurs facteurs de changement"*. Le facteur de changement innovation aura comme vecteurs les agents du changement, c'est-à-dire *"les personnes, les groupes, les associations qui introduisent le changement, qui l'appuient, le favorisent ou s'y opposent"*.

[4] Le terme de reprise est préféré à celui de transfert. Ce dernier implique une simple translation d'éléments techniques où d'organisation. Reprise s'entend comme reconstitution à partir d'éléments donnés et suppose donc une réelle appropriation.

[5] C'est l'objectif explicite de l'élaboration de *"Recommendation Domains"* par Collinson (1987) et, à sa suite, de la plupart des auteurs anglo-saxons se réclamant de l'approche *"Farming Systems Research and Extensions"* (FSR/E).

[6] Les notions de ressemblance, voire de comparabilité, rejoignent celle de proximité. Nous retiendrons cette dernière, manifestement plus aisée à définir précisément.

– des marchés et des prix que peuvent obtenir ces producteurs ;
– des principaux paramètres liés à l'organisation sociale.

Soulignons que ces facteurs ne sont pas choisis à priori. C'est l'analyse des systèmes de production qui permet d'identifier ceux qui se révèlent déterminants du comportement des producteurs. Il est aussi entendu que l'espace en question ne se limite pas à trois dimensions. Chacune des caractéristiques agro-écologiques, chacun des moyens de production, chacun des paramètres de l'organisation sociale retenu représente une dimension de l'espace de facteurs. Toutes les projections demeurent néanmoins possibles selon n'importe quelle combinaison de facteurs, par souci de simplification de la représentation. La population de systèmes de production de nos deux régions apparaît alors représentée par deux nuages de points dans cet espace. La proximité de deux systèmes de production sera définie par la distance euclidienne existant entre eux, au sein de cet espace, moyennant une pondération entre les différents facteurs. L'algorithme utilisé n'est pas fixé à priori, mais dépend du caractère plus ou moins décisif de chaque facteur dans l'élaboration de la typologie initiale. Il est donc lié à la perception de l'observateur, elle-même en partie produite par ses propres références comparatives.

La proximité de deux systèmes agraires régionaux est elle-même représentée par la distance existant entre les barycentres de chacun des deux nuages.

Les tentatives d'élaboration concrète d'une telle représentation ont la plupart du temps échoué, le plus souvent à cause de la difficulté à sélectionner les facteurs décisifs et leur pondération. Quoiqu'il en soit, fût-il virtuel, un modèle de ce type demeure un outil empirique fondamental pour identifier les innovations qu'un système est en mesure d'accepter. En d'autres termes, l'idée d'une action ne provient guère de la seule analyse du système observé, mais plus souvent de la comparaison de celui-ci avec d'autres systèmes considérés comme proches ou comparables.

Plusieurs cas de figure peuvent à priori se présenter, en fonction de la dispersion des points au sein de chaque nuage

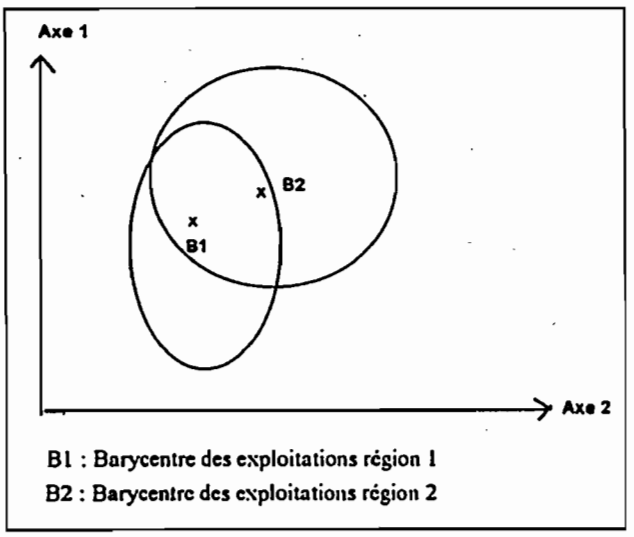


Figure 2. *Cas A : les deux nuages n'occupent pas des positions significativement différentes. Des individus d'un même ensemble régional peuvent être plus distants l'un de l'autre que ne le sont les barycentres entre eux.*

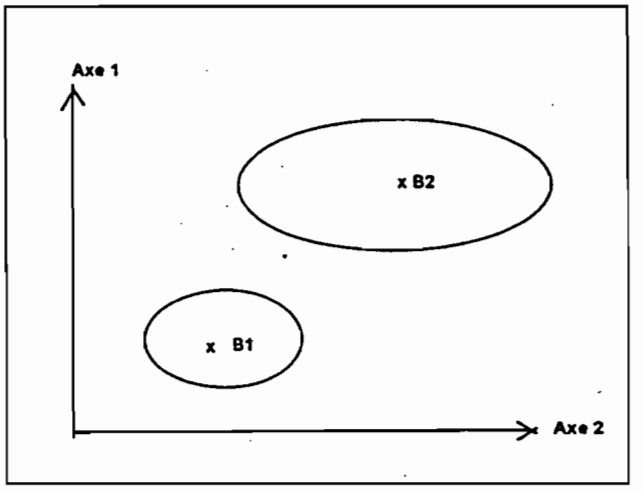


Figure 3. *Cas B : les systèmes de production sont de fonctionnement assez homogène à l'intérieur de chacun des deux ensembles régionaux, eux-mêmes fortement différents entre eux.*

et de la distance entre les nuages. En simplifiant, nous en retiendrons quatre (A, B, C1 et C2), que l'on peut représenter de la façon suivante, en projections selon les deux axes les plus significatifs de la dispersion globale (figures 2, 3 et 4)

Dans le cas A, selon les postulats que nous avons retenus plus haut, une innovation qui se développe massivement parmi les producteurs de la région R1 devrait être appropriable également dans la région R2, tout en sachant que certains individus, aussi bien en R1 qu'en R2, peuvent en rester à l'écart.

Dans le cas B, au contraire, la reprise en R2 d'innovations qui se répandent en R1 est peu probable, quels que soient les individus.

En C1, une innovation se développant chez la majorité des exploitations de R1 devrait pouvoir être appropriée par certains producteurs, minoritaires, de R2. En C2, c'est une innovation appropriée par un groupe marginal de R1 qui est en mesure d'intéresser un groupe, tout aussi minoritaire, d'exploitations de R2.

Le système riz-maïs-ambrevade à Anjouan et l'innovation bocagère

Le système avant innovation

L'île d'Anjouan est, au sein des Comores, celle qui est marquée par les pressions démographiques les plus fortes. D'une moyenne de 400, elles peuvent atteindre 900 habitants par kilomètre carré, ce qui est considérable au vu des systèmes de production en place, d'autant que l'île est montagneuse, avec une sensibilité importante à l'érosion.

Deux régions nous intéressent ici : Koni, au centre de l'île, constituée des deux villages de Koni-Djodjo et Koni-Ngani, et le Niumakélé, pointe sud de l'île, regroupant une vingtaine de villages (figure 5). Ce sont les régions aux pressions démographiques les plus fortes d'Anjouan.

Le système de culture de Koni et du Niumakélé, avant innovation, était fondé sur une culture annuelle RMA (riz-maïs-ambrevade), alternant avec une jachère le plus

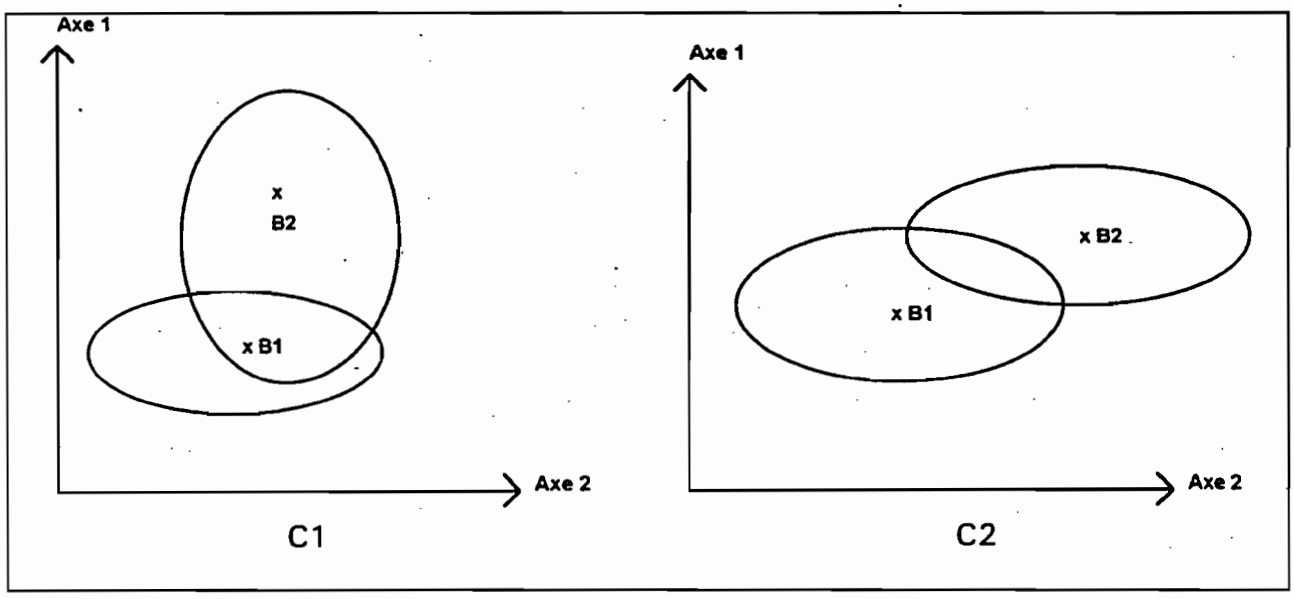


Figure 4. Cas C : les systèmes régionaux sont tout aussi différents que dans le cas B (même distance entre les barycentres), mais la dispersion à l'intérieur de chaque nuage est telle que des individus appartenant à un même ensemble régional peuvent être plus distants l'un de l'autre que ne le sont les barycentres entre eux.

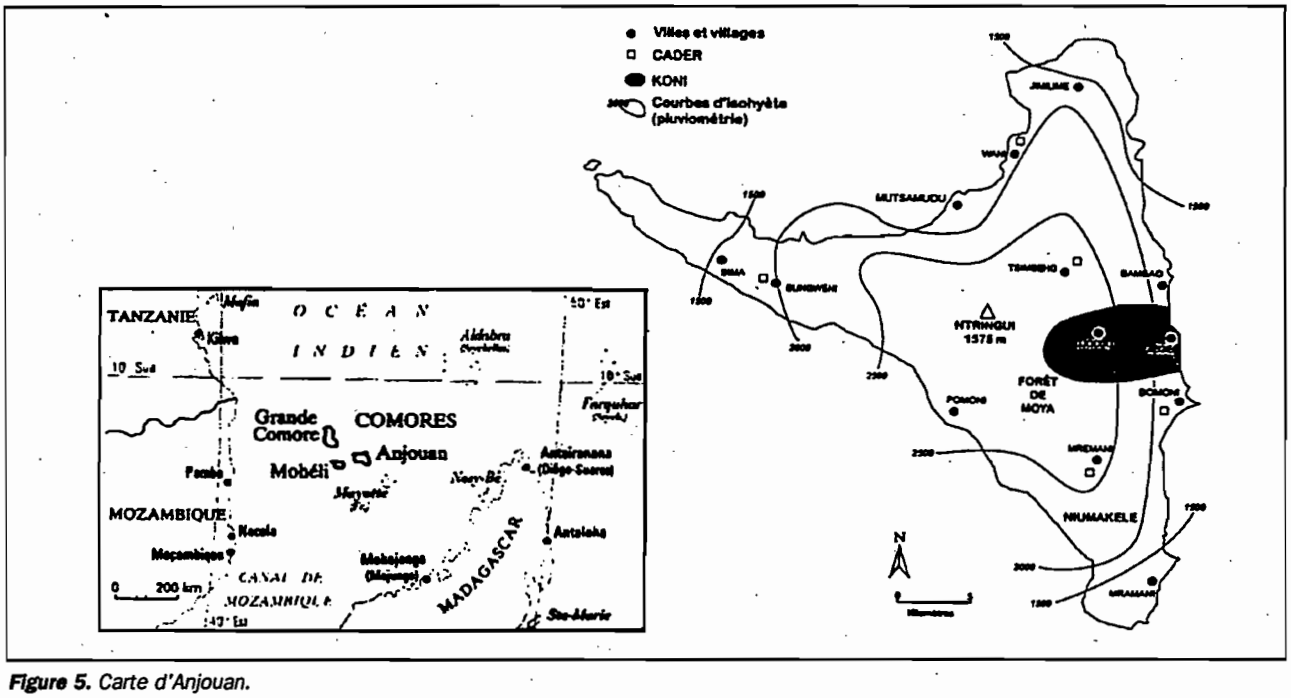


Figure 5. Carte d'Anjouan.

souvent d'un an sur deux. Les bovins étaient attachés au piquet ou divaguaient sur les friches. Cette pâture était complétée de quelques fourrages collectés sur les bords de chemins ou les espaces non cultivés.

L'innovation dont nous traitons correspond à l'apparition combinée, puis à la généralisation progressive des nouveautés suivantes :

- enclosure des parcelles individuelles avec une haie vive en partie fourragère ;
- stabulation au piquet tournant de bovins sur la parcelle enclose ; les animaux sont nourris avec deux apports fourragers quotidiens, dont la plus grande partie vient de l'extérieur de la parcelle enclose ;
- un nouveau système de culture avec des espèces plus exigeantes : taros, plantes de maraîchage (Koni), ou une arborisation diffuse en ylang-ylang ou en girofliers (Niumakélé). Les cycles de végétation sont décalés par rapport au système RMA. Les temps de jachère sont très courts, voire nuls.

Cette intensification a permis de passer en quelques années d'un espace ouvert en pleine dégradation à un espace embocagé ayant une production très supérieure et qui s'étend à partir des zones favorables.

Dans le Niumakélé, c'est à la fin des années 60 que s'est développé le nouveau système, alors qu'à Koni ce n'est qu'en 1985 qu'il apparaît pour la première fois, ne prenant un réel essor qu'à partir de 1990 (Sibelet et Pillot, 1993).

Les limites de l'intensification par la réduction des jachères

La pression démographique semble jouer un rôle déterminant dans le déclenchement de l'innovation. Pour faire face

à l'augmentation de la population, les systèmes évoluent d'abord par raccourcissement du temps de friche[7] et par plantation de quelques giroflers en vue d'un revenu monétaire. Il y a alors intensification (par le travail) sans innovation : les pratiques ne changent pas de nature, elles ne se font que plus soignées ou plus fréquentes.

Or, il arrive une limite où l'on ne peut guère raccourcir les temps de friche et arboriser plus intensément sans changer le système de production. La première raison tient à la baisse des rendements lorsque diminue la jachère. Les rendements en RMA passent de 10 à 8,5 q/ha d'équivalent-riz par année de culture lorsque l'on passe du système biennal (jachère un an sur deux) au système triennal (jachère un an sur trois). Ce dernier ne permet d'ailleurs plus la reproduction du système : le rendement tombe à 6,9 q/ha au bout de vingt ans d'un tel système sur les parcelles du Niumakélé qui l'ont conservé (Sibelet, 1994).

Par ailleurs, en termes de bilan fourrager, la disparition de friches n'est guère avantageuse pour l'élevage. La biomasse totale produite par une friche pâturée est supérieure de 40 % à celle fournie par les résidus de culture et les adventices produites par une parcelle cultivée.

Enfin, le développement du giroflier devient tel qu'il ne peut se poursuivre sans remettre en cause la production de riz par la concurrence au sol, l'ombrage et les oiseaux.

La situation du Niumakélé et de Koni en regard de ces limites en 1970

Examinons les paramètres des systèmes de production et de leurs conditions englobantes qui font qu'à un moment donné (fin des années 60) il y a eu innovation – l'embocagement et la réorganisation des systèmes de culture et d'élevage associés – dans le Niumakélé mais pas à Koni.

A la fin des années 60, les systèmes de production apparaissent très proches à Koni de ce qu'ils sont au Niumakélé, à ceci près (mais la différence est importante) que la pression foncière est sensiblement moindre. Les systèmes de culture du Niumakélé ne peuvent plus être intensifiés par la seule accélération des rotations et la réduction des jachères.

En 1970, le village soumis à la plus forte pression démographique au Niumakélé (Ongoju : 5 habitants par hectare cultivable, soit 2 000 m^2 par personne) est caractérisé par les temps de jachère les plus réduits : un an sur trois en moyenne sur l'ensemble du finage[8].

Au même moment, à Koni, la pression foncière est sensiblement plus faible. Par rapport au terroir actuellement exploité, elle est de 3,6 habitants par hectare cultivable en 1970, soit 2 800 m^2 par personne[9]. Dans la réalité, il est probable que le terroir effectivement exploité est plus réduit, la forêt occupant le solde. Les paysans ont donc pu faire face à l'augmentation de population par l'accroissement des superficies défrichées sur la forêt et mises en culture RMA. Les jachères étaient alors systématiquement d'au moins un an sur deux.

Jusqu'à la fin des années 60, la possibilité d'installation de jeunes sur les terroirs des "bas", où les compagnies coloniales offraient des possibilités d'emploi, a aussi représenté un exutoire pour le croît démographique[10] sur les plateaux.

Le premier agriculteur qui embocage une parcelle à Koni le fait en 1985. Le mouvement s'étend alors rapidement, puisque, en 1992, 75 % des agriculteurs de Koni-N'gani ont enclos au moins une parcelle (Mahamoudou, 1992).

Ce développement de l'embocagement à Koni, 15 ans après le Niumakélé, confirme la prégnance du facteur pression foncière comme déterminant de l'apparition des enclosures. C'est dans le village le plus densément peuplé (Koni-Ngani) qu'apparaît et se développe d'abord l'innovation. En 1985, la pression foncière y est devenue de l'ordre de 5 hab./ha (Mermet, 1986), c'est-à-dire exactement la même qu'en 1970 à Ongoju, dans le Niumakélé.

Le fonctionnement interne des systèmes de production ne suffit pas à expliquer l'innovation

La pression foncière apparaît donc comme le facteur de distance qui sépare le plus franchement les exploitations du Niumakélé, d'une part, de celles de Koni, d'autre part. Nous la retenons comme le principal facteur de distance entre les deux ensembles, ce qui revient à le considérer comme le facteur décisif expliquant que les enclosures se développent à ce moment-là au Niumakélé, et pas à Koni.

Néanmoins, la différence de pression foncière n'est pas suffisante pour empêcher des systèmes de production pris isolément au Niumakélé ou à Koni d'être extrêmement proches les uns des autres.

En effet, en extrapolant la dispersion des superficies par exploitation constatée en 1984 autour de la moyenne[11], nous pouvons estimer que, en 1970, 25 % des exploitations de Koni ne disposaient que d'une superficie inférieure à 1 800 m^2 par personne. Au même moment, les exploitations du Niumakélé disposaient en moyenne de 2 000 m^2 par personne.

Nous nous trouvons donc, à la fin des années 60, dans une situation relevant du type C2 évoqué plus haut : la pression foncière marque une certaine distance entre l'ensemble des exploitations du Niumakélé et celui des exploitations de Koni, mais cela n'empêche pas ces deux ensembles de se recouvrir partiellement. Les exploitations les moins bien dotées de Koni sont, du point de vue de leurs disponibilités foncières, très proches des exploitations moyennes du Niumakélé.

Or l'on constate que les enclosures se développent à partir de cette époque chez toutes les exploitations du

[7] Nous retrouvons là parfaitement le modèle de Boserup (1965).

[8] Alors que des villages (comme Dagi-Mriju) ayant une pression démographique plus faible, mais comparables par ailleurs, assurent encore leurs besoins avec une moyenne de un an de culture sur deux.

[9] Nous retenons ici les chiffres correspondant au village de Koni où la pression est la plus forte (Koni-Ngani). Chiffres obtenus à partir d'enquêtes réalisées en 1984 et en extrapolant une croissance démographique de 3 % par an.

[10] Cette migration a donné lieu à la création de plusieurs villages d'origine konienne dans les "bas".

[11] 25 % des exploitations disposent d'une SAU par actif supérieure de plus de 40 % à la moyenne ; 25 % des exploitations ne disposent que d'une SAU par actif inférieure à 60 % de la moyenne.

Niumakélé, et surtout d'ailleurs chez celles qui sont les moins contraintes en foncier. Au même moment, aucune exploitation de Koni (même parmi les plus contraintes en terres) ne s'engage dans une telle intensification. Il ne s'agit pas d'un simple aléa dans la transition entre deux systèmes qui, pour une raison quelconque, "retarderait" l'innovation à Koni puisque cette situation, anachronique au regard du modèle proposé au départ, se prolonge pendant 15 ans...

De nouveau à Koni, en 1985, on constate que ce ne sont pas les exploitations les plus contraintes en terres qui sont à l'origine du mouvement d'enclosure. Ainsi, la moyenne des superficies cultivées par les cinq premiers agriculteurs mettant en œuvre une enclosure en 1985 est de 1,2 ha, donc supérieure à la moyenne générale.

La distance entre systèmes de production pris individuellement se révèle une clé insuffisante pour comprendre les différences qui se creusent entre les deux ensembles régionaux.

Nous sommes donc conduits à considérer qu'il existe des facteurs de cohésion sociale qui font que toutes les exploitations du Niumakélé s'engagent en quelques années dans l'innovation, alors que toutes les exploitations de Koni s'en abstiennent.

En conclusion, nous pouvons considérer que le facteur pression foncière apparaît, dans le cas étudié, comme globalement décisif pour le déclenchement de l'innovation, mais qu'il se révèle tout à fait insuffisant pour expliquer les stratégies particulières des individus vis-à-vis de cette innovation. Sur ce dernier point, d'autres paramètres, référant à la position de chacun dans la société locale, paraissent prévaloir.

Déclenchement et propagation de l'innovation

Il ressort donc que des individus innovent alors qu'ils n'y sont pas contraints économiquement, et inversement des individus n'innovent pas alors qu'ils en ont le besoin et les moyens économiques.

Dans le Niumakélé, les premiers innovateurs ont été des notables influents, bien mieux dotés en foncier que la moyenne. Ils disposent aujourd'hui d'une surface de 1 à 1,3 hectare, contre une moyenne qui se situe à 0,74 hectare. L'avis des "vieux sages" du village, qui n'étaient plus vraiment actifs en agriculture et n'ont eux-mêmes jamais enclos ou fertilisé une parcelle, a aussi beaucoup compté. Ils se sont révélés, avec les notables actifs, le passage obligé pour la délivrance du visa idéologique nécessaire au développement de l'innovation par un tiers.

A Koni, quinze ans plus tard (en 1985), le même mécanisme est intervenu. Enclore une parcelle signifiait le plus souvent s'extraire de l'assolement collectif qui tendait à regrouper les jachères pour faciliter la vaine pâture ; les premiers à pouvoir faire cela, sans reproches, ont été ceux qui détenaient pouvoir et influence puisqu'il y avait nécessité de modifier l'idéologie locale ; ils se situaient à nouveau parmi les mieux pourvus en terres.

D'une façon générale, les notables sont en quelque sorte les chefs de la société paysanne, dans la mesure où ils détiennent influence et pouvoir. En contrepartie, ils sont tenus à certaines obligations. Outre la générosité qu'ils doivent assurer, ils doivent faire preuve d'ingéniosité et d'initiative[12]. Ils se doivent d'être les premiers à innover afin de démontrer, une fois de plus, leur prépondérance sur l'idéologie du groupe social. Ils doivent être les guides de la société au sens où Montaigne l'entendait[13]. S'ils sont les premiers à mettre en pratique une nouveauté, et à en démontrer les vertus, leur légitimité à définir les contours du domaine des possibles s'en trouve confortée. Inversement, s'ils ne jouaient pas leur rôle, ils seraient discrédités. Les villageois ayant besoin de l'innovation, voyant que leurs chefs ne répondent pas à leur attente, retireraient le consentement qui détermine l'origine et la limite du pouvoir.

Tout en donnant un crédit idéologique, les notables montrent la validité technique de l'innovation et ses limites. Ce qui relève, à la fois, de leur devoir et de leur pouvoir dans la mesure où ils ont une plus grande marge de manœuvre économique pour innover.

Une fois le visa idéologique délivré et la preuve d'une certaine validité technique et économique faite, une partie des villageois du Niumakélé et de Koni ont pu innover à leur tour. Ce faisant, ils n'ont pas transgressé les règles puisqu'elles avaient été réajustées, entre-temps, par les notables. D'autre part, les risques inhérents à l'innovation étaient en partie limités par l'expérience des notables et la connaissance qui en résultait.

Les producteurs — ayant le besoin et les moyens de changer de système — ont pu alors innover plus massivement que les notables. De fait, nous avons pu montrer à Koni que, une fois l'innovation socialement amorcée, les agriculteurs les plus enclins à étendre le mouvement d'enclosure n'ont plus été les notables, mais ceux qui disposaient de peu de revenus monétaires (Sibelet et Pillot, 1993).

Ainsi, la stratégie d'innovation n'est pas la même selon les individus. Elle est plutôt d'ordre social pour les uns et plutôt d'ordre économique pour les autres. Le paradigme fonctionne de la sorte dans la mesure où la notabilité est construite, dans le monde rural anjouanais, sur des valeurs bourgeoises, par opposition à des valeurs aristocratiques ; elle s'appuie sur une accumulation de différents capitaux (foncier, plantations, cheptel, instruction) et sur le consentement du groupe et non pas exclusivement sur l'extraction des individus.

Les conséquences pour le développement sont importantes. S'adresser aux notables — vieux sages ou actifs — est nécessaire mais non suffisant. Sans eux, pas de visa idéologique. Néanmoins, ils ne sont pas la "jointure" entre la source d'informations et la masse (Maho, 1975), ni des relais d'information dans un processus vertical. Ils peuvent toutefois être, comme d'autres, un véhicule horizontal de l'information. S'appuyer exclusivement sur des leaders pour favoriser l'innovation n'a pas de sens car le reste du groupe social ne peut, ni ne veut, imiter les notables : la majorité des innovateurs n'a pas la même stratégie que les notables.

[12] *"La générosité est un attribut essentiel du pouvoir (...). L'ingéniosité est la forme intellectuelle de la générosité. Un bon chef fait preuve d'initiative et d'adresse"* (Lévi-Strauss, 1955, p. 357 et 358).

[13] *"Le privilège du chef, c'est de marcher le premier à la guerre"*. Montaigne dans les *Essais*, cité par Lévi-Strauss, 1955, p. 356).

Elle n'a donc pas les mêmes besoins en matière de vulgarisation ou d'appui au développement. Il devient nécessaire de mettre en œuvre une palette d'interventions, évoluant dans le temps, à la hauteur de la diversité des stratégies paysannes.

Ainsi, ce n'est pas tant la forme des moyens de communication qui compte que le contenu du message que l'on souhaite délivrer, la cible visée et le moment choisi.

Conclusion

L'examen du cas de l'innovation que constitue l'enclosure des parcelles cultivée aux Comores valide un raisonnement en termes de proximité-distance pour expliquer les transformations des systèmes agraires régionaux.

En revanche, le même modèle se révèle inopérant si l'on applique les facteurs explicatifs régionaux au niveau individuel. La plus forte pression foncière donne la primauté d'innovation à une région. Mais ce ne sont pas les individus les plus contraints en terre qui innovent les premiers.

De même, il est inadéquat de comparer les individus de l'un à l'autre entre deux régions différentes même proches car, de la sorte, on fait abstraction de la position relative de chacun dans son propre groupe social. Cette position a des conséquences sur la chronologie de l'innovation. La solution, pour éviter ce piège, est de comparer les individus en question en se référant à leur position dans la société locale. L'usage des concepts de proximité et de distance peut alors permettre des comparaisons fructueuses.

Références bibliographiques

Berdegué J.A., 1993. Challenges in Farming Systems and Extension. Journal for Farming Systems Research Extension, 4 (1) : 1-9.

Boserup E., 1965. *The conditions of agricultural growth, the economics of agrarian charge under population pressure.* Londres, Royaume-Uni, George Allan and Unwin Ltd.

Capillon A., Manichon M., 1979. Une typologie des trajectoires d'évolution des exploitations agricoles. CR Académie d'Agriculture, 13 : 1168-1178.

Collinson M., 1987. Farming Systems Research : procedures for technology development. Experimental Agriculture, 23 : 365-386.

Farrington J., Bebbington A.J., 1993. From research to innovation : getting the most from interaction with NGOs in FSRE. Journal for Farming System Research Extension, 4 (1) : 103-123.

Lévi-Strauss C., 1955. *Tristes tropiques.* Paris, France, Plon (rééd. 1976).

Mahamoudou S., 1992. *Dynamique d'embocagement dans la zone de Koni (Anjouan-Comores). Analyse du processus et propositions pour son renforcement.* Mémoire d'ingénieur, CNEARC, Montpellier, GRET, Paris, France, 88 p.

Maho J., 1975. La sociologie des innovations rurales : un bilan. Pour, 40 : 67-78.

Mazoyer M., 1985. *Dynamique des systèmes agraires.* Rapport de synthèse au Ministère de la Recherche et de l'Enseignement supérieur. Paris, France, 16 p.

Mermet D., 1986. *Terroirs de Koni Djodjo, une exploitation paysanne aux Comores.* Paris, France, GRET, 74 p. + cassette vidéo 30 mn.

Milleville P., 1987. Recherches sur les pratiques des agriculteurs. Les Cahiers de la recherche-développement, 16 : 3-7.

Rocher G., 1972. *Introduction à la sociologie rurale ; tome 3 : le changement social.* Paris, France, HMH, 320 p.

Roybin D., 1987. *Typologies de fonctionnement d'exploitations : quelles applications pour le développement ? Un exemple : l'étude de groupe pratiquée par les centres de gestion.* GIS Alpes du Nord, INRA SAD, CGER Haute-Savoie, France, 45 p.

Ruthenberg H., 1983. *Farming systems in the tropics.* New York, USA, University Press, Oxford, 424 p.

Sibelet N., 1994. *Recherche sur les capacités des sociétés paysannes à innover. Le cas du Niumakélé (Anjouan-Comores).* Thèse de docteur-ingénieur, INA-PG, Paris, France (en cours de rédaction).

Sibelet N., De Divonne P., 1990. *Le paysan du Niumakélé, la vache et l'arbre. Etude d'une réponse à une crise économique par intensification agricole spontanée.* CRD Anjouan, Comores, 147 p.

Sibelet N., Pillot D., 1993. Chronique d'amours illicites entre l'exogène et l'endogène, ou le poids de l'histoire face au choc des logiques individuelles ; innovations bocagères aux Comores. Communication au séminaire Innovations et Sociétés, 13-16 septembre 1993, GRET, Paris, France, 15 p.

Tripp R. (éd.), 1991. *Planned change in farming systems : Progress in on-farm research.* Londres, Royaume-Uni, John Wiley and Sons, 256 p.

Recherche de modèles des exploitations familiales spécialisées dans la production bovine

Krstić Branko
Faculté des sciences agronomiques, Belgrade, Yougoslavie

Résumé

Afin de constituer une base favorable pour la prise de décisions rationnelles dans l'élevage des bovins et sur leur place dans les programmes de production des exploitations familiales, on a comparé sept modèles représentant différents systèmes de production bovine. Les caractéristiques des systèmes, leurs priorités et leurs défauts ont été recherchés par le suivi des indicateurs suivants : les charges externes de production, la consommation de travail par unité de capacité, le volume de la production bovine et, enfin, la production finale et le revenu de l'exploitation par rapport aux charges externes de production.

Mots clés

Système de production, exploitation agricole familiale, modèle, lait, viande bovine.

Abstract

Comparison of Family Livestock Farm Models

Seven farm models representing different livestock production systems were compared to constitute a base for rational decisions on livestock production and its role in family farm production. The characteristics, priorities, and disadvantages were examined by monitoring the following parameters: off-farm production costs; labor input per capacity unit; output volume; and the ratio of off-farm production costs to final output value and farm income.

Introduction

En conformité avec les conditions naturelles et économiques, les exploitations familiales peuvent produire du lait et de la viande bovine en appliquant divers procédés technologiques, en utilisant différentes solutions techniques et en s'appuyant sur des approches organisationnelles diversifiées. Différents systèmes de production bovine sont ainsi présentés, permettant d'assurer l'utilisation de la terre, du travail, du capital et d'autres ressources, avec plus ou moins de succès.

L'objectif de cette recherche est la comparaison de ces systèmes particuliers de production bovine et l'analyse de leurs changements de comportement sous diverses conditions, afin de faciliter la prise de décisions rationnelles dans l'exploitation familiale, d'assurer les conditions d'un fonctionnement plus efficace du service de vulgarisation agricole et de favoriser l'adaptation de la politique agraire à une promotion plus rapide de la production du lait de vache et de la viande bovine.

Présentation des zones et des systèmes

Les recherches ont été réalisées dans deux zones de plaine. La première zone — Lajkovac — se situe à environ 60 km au sud-ouest de Belgrade, et la seconde — Milosevac — à 70 km au sud de Belgrade. Les deux zones se distinguent par une longue tradition d'élevage bovin de la race Simmentale. Les aliments pour les bovins sont produits sur terre emblavée. La zone de Lajkovac est cultivée en sec, tandis que, dans la zone de Milosevac, il existe un système d'irrigation par aspersion qui utilise l'eau provenant de la rivière Velika Morava.

Dans les deux zones, la collaboration entre les coopératives agricoles et les exploitations familiales orientées vers la production bovine est très développée. Les résultats de cette collaboration dans la période passée étaient variables, tant d'une année sur l'autre que d'une exploitation à l'autre, ce qui démontre qu'il reste beaucoup d'éléments inconnus pour ce qui est du choix de la meilleure solution. Pour que ce degré d'incertitude puisse être réduit lors de la prise des décisions de gestion, un projet de recherche sur le système de production bovine a été engagé en 1992. Une enquête a été réalisée à la fin de la même année, comprenant 35 exploitations familiales dans chaque zone. A la fin de l'année 1993, l'enquête a été reprise.

L'analyse des données obtenues par l'enquête démontre que, sur la superficie totale arable des exploitations enquê-

tées appartenant à la première zone (sans irrigation), le blé est présent pour 38 % (le rendement moyen est 3 300 kg/ha), le maïs 39,6 % (4 700), la betterave sucrière 1,4 % (3 400), le tournesol 1,8 % (2 400), la luzerne en foin 10,8 % (4 500), le maïs fourrager 1,2 % (38 000), la pomme de terre 2 % (15 000), les autres légumes 5,2 %. Dans la seconde zone (avec l'irrigation), la part des différentes cultures (et le rendement) est la suivante : blé 35 % (5 000), maïs 23,5 % (8 500), betterave sucrière 8,5 % (40 000), tournesol 5 % (3 500), luzerne en foin 16,7 % (14 000), maïs fourrager 7,3 % (60 000), pomme de terre 1,7 % (25 000), divers légumes 2,3 %. En système irrigué, la deuxième récolte comprend du maïs fourrager (33,5 % de la superficie arable et un rendement de 45 000 kg/ha), le mélange d'automne (vesce + seigle) 8,5 % (30 000), autres légumes 0,8 %. Par conséquent, le coefficient d'utilisation de la terre dans le système irrigué est de 1,428.

L'analyse des données concernant la production bovine obtenues par l'enquête démontre que les exploitations peuvent être divisées en deux groupes, tout d'abord selon le type de la production bovine. Le premier groupe comprend les exploitations principalement orientées vers la production du lait et le deuxième les exploitations s'occupant de l'engraissement des bouvillons ou des veaux. Dans le cadre de ce dernier groupe, différentes solutions relatives au poids des animaux au début et à la fin de l'engraissement sont présentées. Les éléments le concernant sont : la structure des rations pour les bovins, la consommation d'aliments par kilogramme d'accroissement des animaux, le prix de la ration, la durée d'engraissement, l'accroissement journalier par tête, la qualité des animaux engraissés et le prix de vente par kilogramme de poids vif des animaux engraissés.

Analyse des modèles

A partir du type de la production bovine, d'une part, et de la technologie d'engraissement des bouvillons de l'autre, sept modèles de production bovine ont été créés :

- modèle I : production du lait + élevage des génisses pour la reproduction du troupeau ;
- modèle II : modèle I + engraissement de bouvillons nés dans l'exploitation ;
- modèle III : engraissement de veaux achetés de 120 à 200 kg ;
- modèle IV : engraissement de bouvillons achetés de 120 à 450 kg ;
- modèle V : engraissement de bouvillons achetés de 120 à 500 kg ;
- modèle VI : engraissement de bouvillons achetés de 200 à 450 kg ;
- modèle VII : engraissement de bouvillons achetés de 200 à 500 kg.

Tous les modèles sont basés sur l'hypothèse d'un élevage de la race Simmentale. La production moyenne de lait par vache et par an est de 4 000 litres. Pour l'engraissement des bouvillons, l'accroissement journalier par tête varie entre 1,094 et 1,176 kg, et la durée de l'engraissement se situe entre 68 et 341 jours, en fonction du type d'engraissement. La participation des aliments concentrés dans la valeur énergétique de la ration pour les modèles I, II et VII est de 30 %, pour les modèles VI, V, IV et III elle est 35 %, 44 %, 45 % et 78 % respectivement.

La comparaison de ces modèles montre qu'ils peuvent être regroupés en trois types, relativement homogènes. Le premier comprend les modèles I et II, avec la production dominante du lait, le deuxième comprend l'engraissement des veaux (modèle III), et le troisieme inclut les exploitations s'occupant d'engraissement des bouvillons (modèles IV, V, VI et VII). Les groupes ainsi formés ont les caractéristiques suivantes (dont certaines sont reprises dans le tableau I).

Le modèle d'engraissement des veaux qui assure la relation la plus élevée en nombre d'unités gros bétail (UGB) par unité de superficie arable exige les dépenses les plus élevées par unité de capacité (ha, UGB), et la consommation la moins élevée de travail par UGB, mais fait intervenir le travail des membres du ménage. Ces caractéristiques sont accompagnées du plus haut revenu par hectare, UGB et heure de travail. L'indicateur défavorable est celui qui représente le rapport entre la production finale et les dépenses. Les frais importants d'achat des veaux pour engraissement en sont la cause. La succès de ce modèle repose sur le principe "grand roulement de fonds-gros profit". Bien que l'engraissement des veaux donne un profit relativement bas, cette contrainte est neutralisée par la rotation rapide du troupeau. Outre cette spécificité, il faut souligner la caractéristique de ce modèle, qui implique qu'un fort pourcentage de fourrage soit acheté au marché. Cela permet l'augmentation du nombre d'UGB par hectare et conduit à ce que tous les indicateurs rapportés à l'hectare soient beaucoup plus élevés que dans les autres modèles.

Les modèles s'appliquant à la production de lait nécessitent des charges externes par hectare et UGB moins importantes, ce qui pourrait être une priorité sous certaines conditions. Pourtant, ils assurent un nombre moins élevé d'UGB par hectare et affichent une consommation plus importante de travail par UGB. Conséquence de cela et des autres caractéristiques, les modèles producteurs de lait, en comparaison avec d'autres modèles, se distinguent par des résultats financiers considérablement plus faibles par unité de capacité.

Les modèles d'engraissement des bouvillons, en comparaison avec les modèles précédents, se caractérisent par des charges plus élevées mais aussi par une consommation moins élevés de travail par unité de capacité, ainsi que par un nombre d'UGB plus favorable au regard de la superficie. La conséquence en est un meilleur rapport entre la production finale et les frais, ainsi qu'un revenu plus important par hectare, UGB et heure de travail.

Après l'analyse des caractéristiques les plus importantes de certains groupes de modèles, la question qui ressort concerne le conseil qui pourrait être donné aux producteurs en vue du choix de la meilleure solution. Il est évident que ce choix dépend des critères de valorisation des résultats de gestion. Ainsi, pour une exploitation donnée, sa situation économique et familiale doit être examinée, servant de base pour la définition du critère qui aura la priorité. Une contribution importante à la prise de décision pourrait être apportée par une bonne connaissance de l'influence des facteurs organisationnels et économiques sur les résultats de gestion. Parmi

Tableau 1. Evolution du revenu de l'exploitation.

Modèle	Sans irrigation			Avec irrigation		
	5	10	20	5	10	20
Par hectare de terre arable (1 000 YD)[1]						
I	59	87	107	222	260	290
II	72	99	121	293	328	361
III	368	395	424	2 003	2 033	2 062
IV	119	141	169	565	595	627
V	110	134	162	524	554	582
VI	95	120	148	458	487	514
VII	91	114	141	419	449	476
Par heure de travail (YD)						
I	532	794	999	623	745	862
II	667	941	1 165	700	1 002	1 140
III	3 018	3 331	3 654	5 074	5 653	7 130
IV	1 306	1 562	1 907	2 247	2 409	2 627
V	1 208	1 485	1 808	2 070	2 229	2 420
VI	1 097	1 396	1 743	1 989	2 148	2 308
VII	1 056	1 331	1675	1 846	2 003	2 189
Par rapport à 100 YD de charges externes (YD)						
I	33	58	83	59	77	95
II	41	67	97	82	103	126
III	31	34	37	29	29	30
IV	52	69	96	74	81	89
V	51	70	99	78	85	94
VI	37	51	71	52	57	62
VII	39	54	78	60	66	74

Note : 1 dollar US = 315 dinars yougoslaves (YD).

ces facteurs, il semble qu'une attention particulière doit être portée à :

- la taille de l'exploitation ;
- l'intensité de la production végétale ;
- le rapport des prix.

Avec l'augmentation de la surface arable des exploitations orientées vers la production de lait (tableau I), les changements suivants ont lieu :

- diminution des frais de production et de la consommation de travail par hectare et UGB ; la baisse des charges est plus fortement exprimée en conditions de non-irrigation et la baisse de la consommation de travail en conditions d'irrigation ;
- hausse de l'utilisation du travail des membres du ménage, du rapport entre la production finale et les charges et, enfin, du revenu par hectare, UGB et heure du travail.

Pour les exploitations orientées vers l'engraissement des veaux, l'augmentation de la surface arable conditionne les mêmes tendances que dans les exploitations de production de lait. Certaines différences n'apparaissent qu'en fonction des changements des indicateurs pris en considération.

Les exploitations orientées vers l'engraissement des bouvillons, du point de vue des changements des indicateurs, se situent entre les deux premiers groupes d'exploitations.

A l'examen des trois groupes de modèles, une conclusion générale peut être donnée : l'augmentation de la surface arable de l'exploitation a un effet très favorable sur les résultats de gestion. Les causes pour lesquelles cette action n'a pas plus d'ampleur s'expliquent par le fait qu'un intervalle relativement étroit de la variation de la surface de la terre a été pris en considération, de sorte que même la variante comprenant la plus grande superficie (20 ha) ne représente pas une amélioration essentiellement qualitative, surtout du point de vue de l'utilisation rationnelle des machines agricoles.

L'intensité variable de la production est tout d'abord liée à la possibilité d'irrigation de la terre arable. L'irrigation est à la base, également, d'une utilisation accrue des autres intrants, ce qui se traduit différemment dans les divers groupes de modèles.

Dans les exploitations s'occupant de la production du lait, à travers l'irrigation et les autres mesures qui l'accompagnent et contribuent à l'augmentation de l'intensité de la production, on observe :

- la hausse des frais de la production, de la consommation de travail, du nombre d'UGB et du revenu de l'exploitation par hectare de terre arable, ainsi que de la valeur de la production finale par rapport à 100 dinars de charges ;
- la baisse des frais de production, de l'utilisation des heures ouvrables et du revenu de l'exploitation par UGB, ainsi que du revenu par heure du travail.

Dans les exploitations d'engraissement des veaux, l'action de l'irrigation provoque des changements dans les indicateurs de gestion, similaires à ceux des modèles concernant la production de lait. Dans ce cas, on remarque une fréquence élevée de l'augmentation des frais par hectare. Ceci s'explique par la structure des frais où dominent les prix des veaux achetés et des aliments concentrés pour la mise du bétail à l'engrais.

Les exploitations d'engraissement des bouvillons se situent entre les deux groupes précédents, du point de vue du changement de la plupart des indicateurs sous l'action de l'irrigation.

Conformément aux hypothèses de base de ces modèles, l'irrigation, en tant que mesure d'intensification de la production, s'est révélée une solution favorable pour l'amélioration des résultats de gestion. Ce mouvement se traduit surtout à travers les indicateurs de gestion exprimés par le nombre d'UGB, par la production de lait et de viande par hectare de surface arable, par la consommation de travail par UGB, par le degré d'utilisation du travail dans l'exploitation et par le

revenu par hectare de la terre arable. Ces indicateurs sont sans doute améliorés sous l'influence de l'irrigation, ceci étant valable pour tous les modèles ; mais pour les exploitations d'engraissement des veaux et bouvillons, on note également l'influence des indicateurs de productivité du travail. Les variations des autres indicateurs de gestion, sous l'action de l'irrigation, n'ont pas la même direction pour tous les modèles. Cela signifie que l'irrigation pourrait avoir une influence favorable, mais cette mesure, seule, n'est pas suffisante et elle doit être convenablement combinée avec le type correspondant de la production bovine.

L'étude de l'influence des prix sur les résultats de gestion comprend deux groupes de rapports :

- les rapports entre les prix des produits et les prix des facteurs importants de la production ;
- les rapports des prix des produits.

Nous ne retiendrons ici que ce dernier groupe. Les rapports des prix des produits peuvent être analysés sous plusieurs angles. Du point de vue de cette recherche, il nous semble intéressant de souligner un aspect particulier, relatif au critère supplémentaire de valorisation des solutions qui sont à recommander aux exploitations. Ainsi, dans certains cas, l'exploitation familiale, au lieu des critères déjà mentionnés, pourrait être intéressée par la réalisation d'un revenu total aussi élevé. Au cas où les autres conditions ne sont pas changées, divers modèles peuvent donner un revenu égal si le rapport correspondant des prix de leurs produits finals est établi. Plus précisément, dans ce cas, il faut définir le rapport entre le prix du lait et le prix des bouvillons engraissés, ainsi que celui entre le prix d'une qualité et le prix des bouvillons engraissés.

Pour définir ces rapports, la méthode utilisée est celle élaborée par Krstić *et al.*(1987), et approfondie par Tomić et Krstić (1992), et Tomić *et al.* (1994).

La dépendance du revenu (y) du modèle I et du rapport entre le prix du lait et le prix des bouvillons engraissés (x) est exprimée par les fonctions linéaires suivantes :

$$y = 373{,}8 + 4\,942{,}5\,x \text{ (sans irrigation I b)}$$
$$y = -400 + 299\,975\,x \text{ (avec irrigation I s)}$$

Pour que soit établi le rapport entre le prix qui assure un revenu égal par exploitation (superficies égales de terre arable), outre les fonctions ci-dessus mentionnées, il faut considérer aussi la fonction du revenu de l'engraissement des bouvillons. Etant donné que l'engraissement des bouvillons appartenant au modèle IV est pris, dans ce cas, en tant que standard, servant de comparaison avec le modèle I, le revenu du modèle IV représente une constante :

$$y = 1\,406 \text{ (sans irrigation IV b)}$$
$$y = 5\,950 \text{ (avec irrigation IV s)}$$

Sur la figure 1, on peut directement lire le rapport des prix qui assure le revenu égal pour ces deux modèles. Ce rapport peut être établi plus précisément par l'application du procédé algébrique[1].

Par la même méthode, on a établi les rapports entre les prix des bouvillons engraissés assurant la réalisation d'un revenu égal de l'exploitation (superficie de 10 ha) à l'aide de divers modèles. Le modèle IV est pris en tant que stan-

[1]. Le procédé consiste à résoudre deux équations avec deux inconnues variables. Dans les conditions de l'irrigation, ce sont les équations :
$y = -400 + 29\,975\,x$
$y = 5\,950$
La solution est : $x = 0{,}21184$.

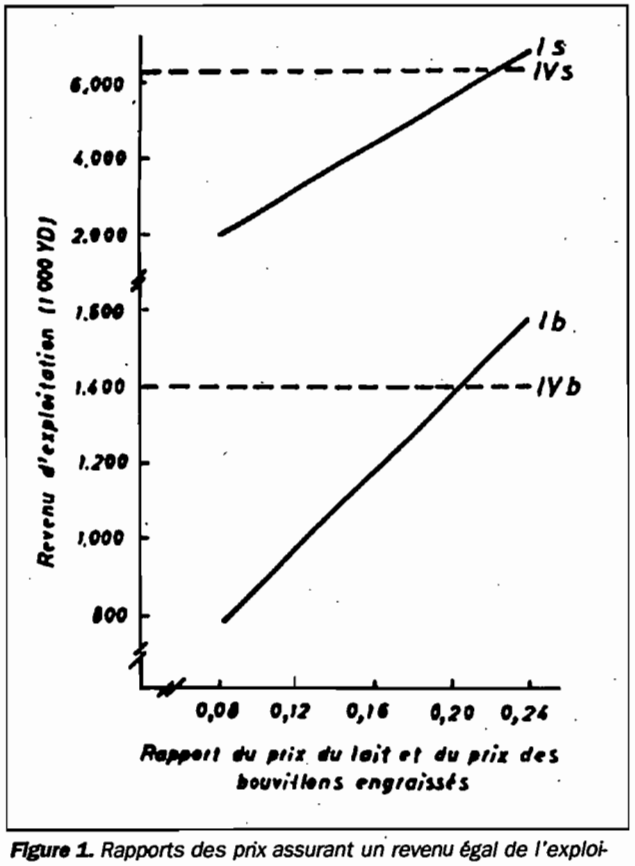


Figure 1. *Rapports des prix assurant un revenu égal de l'exploitation.*

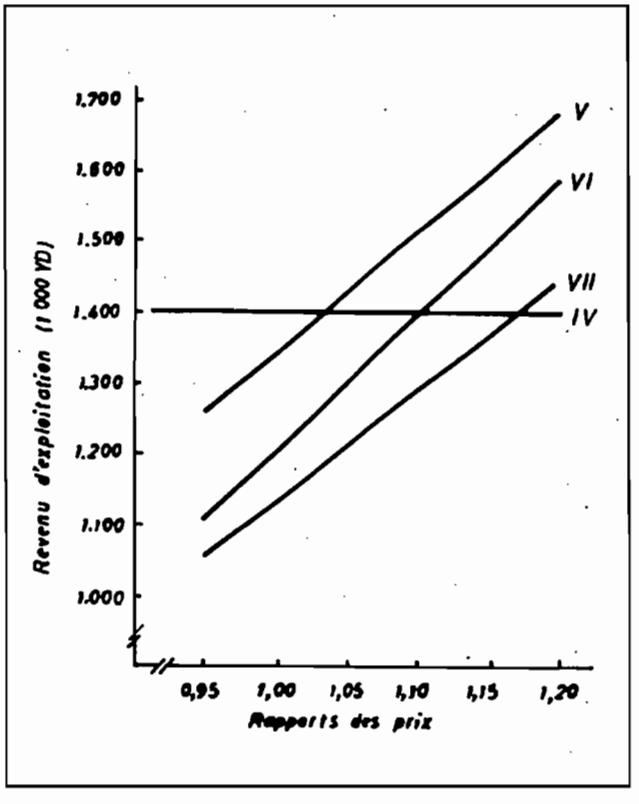


Figure 2. *Mouvement du revenu de l'exploitation en fonction du changement des prix des bouvillons engraissés dans les conditions sans irrigation.*

dard servant de comparaison avec des modèles V, VI et VII. Le mouvement du revenu, en foction du rapport des prix, a été représenté par des fonctions, dont les représentations graphiques (figure 2) démontrent que les prix des bouvillons engraissés (modèles V, VI et VII) doivent être légèrement supérieurs à cause du modèle IV. Dans les conditions sans irrigation, ces prix devraient être de 4, 10,5 et 17 % plus élevés et en irrigation, respectivement, de 4, 9 et 15,5 %.

Références bibliographies

Krstić B., Andrić J., Bajćeti} B., 1987. *Modèles des exploitations agricoles orientées vers la production de bétail.* Belgrade, Yougoslavie, Faculté des sciences agronomiques, 269 p.

Tomić R., Krstić B., 1992. Characteristics of private farms and labour utilisation on them. Review of research work at the Faculty of agriculture, Belgrade, 37 (1) : 117-122.

Tomić R., Krstić B., Skalicki Z., 1994. The optimal fattening period for young bulls from the viewpoint of the economic results. Biotechnology in cattle production, Belgrade, 10 (1-2) : 188-194.

Conception de démarches de conseil en agro-équipement basées sur la simulation de l'organisation du travail

Chatelin M.H.[1] ; Mousset J.[2] ; Papy F.[3] ; Quiévreux D.[4]

[1]INRA-ESR, 78850 Grignon, France

[2]Le Biopôle, section Agro-transfert, 80200 Estrées Mons, France

[3]INRA-SAD, 78850 Grignon, France

[4]Chambre d'Agriculture de la Somme, 80045 Amiens, France

Résumé

Pour les auteurs, la compréhension des problèmes de gestion tels que les agriculteurs se les posent est essentielle pour discuter des voies d'amélioration directement avec les agriculteurs ou pour concevoir et organiser des référentiels pour conseillers. Ils présentent un ensemble de démarches de conseil visant à amplifier le raisonnement du décideur. Ces approches concernent l'organisation du travail en relation avec la main-d'œuvre et l'équipement dans les exploitations de grande culture. Utilisées dans le cadre du conseil individuel ou de la formation, elles reposent sur la formalisation des pratiques de gestion (modèle d'action) et sur leur simulation. Conçues en Picardie (France), elles résultent d'un processus interactif de conception associant recherche, développement et organisme de transfert.

Mots clés

Organisation du travail, démarche de conseil, perception du risque, modèle d'action, simulation, grande culture.

Abstract

Farm Equipment Advisory Services Based on Simulations of Work Schedules

An understanding of farmers' management practices is essential for discussing improvements directly with farmers or designing technical itineraries for advisers. Various advisory models based on farmers' logic are presented. The models concern organization of work in relation to labor and equipment available on large-scale farms. The models are based on actual management practices (action models) or simulations, and they can be used for advisory services or training. They were designed in Picardy, France, through a collaborative effort between research, development, and technology transfer organizations.

Introduction

Durant ces dernières décennies, le soutien des prix à la production a favorisé naturellement l'intensification, en particulier dans les régions de grande culture. Ceci a incité les agriculteurs à privilégier l'expression des potentiels de production, à adopter des conduites à niveaux d'intrants élevés et à concevoir des organisations du travail minimisant les effets des aléas, au prix de fortes charges de mécanisation et de main-d'œuvre. De façon générale, la nouvelle Politique agricole commune pose de façon accrue la question de la structure même des exploitations, du choix des productions et des modes de conduite des systèmes techniques.

Aider les agriculteurs à s'adapter à ce nouveau contexte suppose de les aider à bâtir de nouveaux projets sur la base d'une démarche globale intégrant différents niveaux de décision (technique, économique, collective...). A notre sens, cela revient à les aider à formuler le problème dans les termes où ils se posent concrètement à eux. Les travaux présentés ici se fondent sur une analyse des processus de décision des agriculteurs, de la représentation qu'ils se font de leurs objectifs et des moyens à mettre en œuvre pour y parvenir. Dans les exploitations de grande culture, l'organisation du travail résulte de la combinaison de divers choix stratégiques concernant la conduite des cultures et l'arbitrage entre cultures concurrentes, l'équipement et la main-d'œuvre, la prise en compte du risque climatique, les relations avec l'extérieur (entreprises, entraide)... Par ailleurs, cette organisation se déroule dans un cadre défini par avance, appelé modèle d'action (Sebillote, 1990 ; Papy, 1993), et structuré sur la base d'un découpage du temps en périodes caractérisées par des objectifs et des règles d'action pour les atteindre. L'identification d'un structure générale à ce problème a permis de concevoir un logiciel de simulation (OTELO) permettant d'expérimenter sur modèle des formes concrètes d'organisation. Derrière la conception de ce simulateur, l'objectif visé était de fournir un Système interactif d'aide à la décision (SIAD) susceptible de privilégier des démarches de conseil basées explicitement sur la

prise en compte des problèmes de gestion tels qu'ils se posent concrètement dans l'action. Si la conception de l'instrument s'est faite en relation étroite avec des conseillers de terrain, la question de son utilisation dans des situations de conseil restait posée.

Cette communication présente un ensemble de démarches de conseil développées en Picardie. Elle porte d'une part sur le processus de conception de ces démarches et leur appropriation par les conseillers, d'autre part sur leur contenu, maintenant très formalisé. La relation de conseil est ici vue comme un processus de mise en relation de deux savoirs (celui de l'agriculteur et celui du conseiller agricole). Cette présentation est précédée d'une description rapide du simulateur de modèles d'action.

Un instrument pour expérimenter des modèles d'action par simulation

La démarche proposée consiste, pour un assolement et des ressources en travail fixés (main-d'œuvre et matériels), à expérimenter un corps de règles d'organisation du travail en simulant son "comportement" face à un nombre élevé de scénarios climatiques. Nous ne développerons pas ici la présentation de l'instrument, celle-ci ayant été faite ailleurs (Attonaty *et al.*, 1991). Nous présentons toutefois brièvement le cadre de représentation. En effet, passer d'une approche descriptive à la conception d'un modèle susceptible d'être expérimenté par simulation suppose de se doter d'un langage formel ayant comme propriétés complétude et absence d'ambiguïté. Ceci s'est traduit par un travail d'identification des concepts utiles pour structurer la connaissance et suffisamment ouverts pour s'adapter à une grande variété de situations. Dans cette perspective, nous nous sommes basés sur la perception que les agriculteurs ont des problèmes de gestion rencontrés au quotidien (Papy *et al.*, 1988 ; Chatelin *et al.*, 1993). En effet, il s'agissait bien pour nous de construire un "pilote" capable, à l'instar d'un agriculteur, d'organiser sa campagne, c'est-à-dire s'adapter aux conditions pédoclimatiques, décider des travaux à effectuer, organiser des chantiers, arbitrer entre travaux concurrents, faire appel à l'entreprise, s'associer à des voisins, allonger la durée du travail...

Le langage proposé pour décrire ces règles de décision repose sur une structuration en trois niveaux de décision hiérarchisés.

- Les chantiers (niveau opérant) exécutent une ou plusieurs tâches simultanément. Ils consomment des ressources en main-d'œuvre et en matériels. Chaque chantier contient les combinaisons possibles de main-d'œuvre et de matériels, les règles fixant les performances du chantier (vitesse, qualité...), voire des règles de choix entre différentes modalités d'un même chantier (chantier à deux ou trois personnes, chantier plus ou moins performant en relation avec la nature du terrain...).
- Les enchaînements (niveau diachronique) déterminent la suite des opérations ou chantiers à effectuer sur un bloc (ensemble de surfaces gérées de façon homogène). Chaque enchaînement contient les règles de succession de chantiers et le choix entre différents chantiers en cas d'alternative possible (façon superficielle ou labour en relation avec l'état du sol...).
- Les périodes (niveau synchronique) coordonnent par un ensemble de règles les travaux à effectuer à un moment donné. Chaque période contient la liste des travaux possibles, les règles d'arbitrage entre les différents travaux (semer en priorité les blés précoces, sur terrain lourd avant terrain léger, puis récolter les pommes de terre...), voire l'adaptation des disponibilités en main-d'œuvre (travailler le samedi, faire appel à un temporaire...).

Conception d'un conseil en agro-équipement

En Picardie, une structure (Agro-transfert) créée en 1990, à l'initiative des chambres d'agriculture et du Conseil régional, est chargée d'assurer l'interface entre la recherche et le développement sur des activités de recherche finalisée jugées prioritaires. Le conseil en agro-équipement fut l'un des thèmes retenus. En effet, alors que la maîtrise des charges de structure apparaissait de plus en plus importante pour les exploitations, il n'existait pas réellement de démarches de conseil de synthèse sur ce sujet.

Dans cette perspective, le projet "Agro-équipement" initié en 1990 avait comme objectifs : concevoir des démarches de conseil qui répondent aux besoins des agriculteurs et respectent les contraintes inhérentes à l'activité de conseil (temps, coût...) ; créer les conditions favorables à l'appropriation de ces démarches par les conseillers.

Ce programme a débuté par le test d'instruments d'aide à la décision existants. Ces tests ont été conduits sur le terrain (sessions de formation et études individuelles).

Rapidement, l'opération a évolué vers des actions combinant différentes dimensions : méthodologie avec la mise au point de démarches formalisées et des supports correspondants (guide d'enquête, canevas de mise en forme des études, typologie de problèmes et recueil d'études, logiciels complémentaires), expérimentation, formation et animation d'un groupe de réflexion réunissant régulièrement des conseillers de différents organismes, Agro-transfert et des chercheurs.

Progressivement, les chambres d'agriculture ont intégré ces démarches dans leur activité de conseil. Ce faisant, les conseillers réalisant des sessions de formation d'agriculteurs et des prestations de conseil individuel ont apporté leurs propres expériences et sont devenus un moteur dans le fonctionnement du groupe de réflexion.

Ce processus associant différents acteurs — concepteurs (recherche, Agro-transfert, chambres d'agriculture), expérimentateurs (agriculteurs, conseillers, Agro-transfert) et conseillers moins directement impliqués dans l'expérimentation — a permis de déboucher sur la définition d'un ensemble de démarches de conseil en agro-équipement. Cette ensemble ne prétend pas être définitif, mais concrétise l'état d'avancement des travaux du groupe. L'énoncé de quatre objectifs prioritaires précise la nature du conseil visé :

- sensibiliser les agriculteurs à l'importance de la maîtrise des charges de mécanisation pour les amener à replacer leurs décisions d'investissement dans un projet global ;

- relier la technique à l'économie en précisant les relations qui s'établissent entre choix techniques et résultats économiques ;
- évaluer le risque lié à l'aléa climatique au plan technique et économique pour relativiser son importance par rapport aux investissements qu'il engendre ;
- guider l'agriculteur dans sa démarche d'élaboration de projet, plutôt que lui fournir une solution. L'accent est donc mis sur les conditions susceptibles de favoriser l'implication de l'agriculteur.

Au-delà de cette définition d'objectifs, l'expérience du groupe a permis d'identifier différentes situations de conseil (tableau 1) et de proposer un ensemble de moyens (humains et méthodologiques) adaptés à chacune d'elles.

Pour illustrer les différentes démarches présentées dans le tableau I, nous retiendrons quatre réalisations révélatrices du travail méthodologique engagé. Les deux premières concernent le conseil individuel, la troisième porte sur l'organisation de sessions de formation, la dernière vise à produire un recueil d'études basé sur un référentiel de problèmes de gestion du travail. Ces réalisations ont en commun la simulation de modèles d'action (informatisée ou manuelle). Elles prennent l'organisation du travail pendant les périodes de pointe comme base de décision stratégique sur l'équipement et la main-d'œuvre. Elles se caractérisent par une structuration de l'intervention visant à assurer une progression dans le processus d'aide à la décision.

La simulation de l'organisation du travail comme base du conseil individuel

Selon que les questions posées par les agriculteurs remettent plus ou moins en cause l'organisation actuelle du travail, nous proposons deux niveaux de prestation, utilisant ou non OTELO pour simuler l'organisation du travail.

L'étude de projets complexes

Ce premier niveau concerne l'étude de projets où l'organisation du travail est ressentie comme l'un des problèmes à résoudre pour décider de l'évolution de l'exploitation. Cette question se pose généralement à l'occasion de départ de main-d'œuvre, de projets de regroupement d'exploitations, d'agrandissement de l'exploitation, de diversification d'activité...

L'analyse approfondie de l'organisation actuelle sert de point de départ à l'étude. Trois phases structurent cette première étape : explicitation, modélisation de l'organisation actuelle, confrontation des résultats de la simulation au calendrier de réalisation des années antérieures, test de sensibilité du modèle sur une grande variabilité de scénarios climatiques et évaluation économique. Le premier objectif de ce travail est de se doter d'une base de référence pour juger de l'intérêt des projets testés ultérieurement. Au-delà de cet objectif classique, le fait de partir de l'analyse de la situation répond à d'autres attentes telles que : aider l'agriculteur à prendre du recul vis-à-vis de ses pratiques actuelles et de sa vision du risque ; le familiariser et le faire adhérer à la démarche qui va servir à l'analyse des projets ; le préparer à s'impliquer fortement dans la formulation des projets ; fonder enfin la relation de conseil sur une représentation commune agriculteur/conseiller proche de celle de l'agriculteur.

Des expériences ont été tentées pour diminuer l'importance de cette analyse initiale. On s'est alors aperçu que la progression proposée jouait un rôle fondamental dans l'instauration de la relation de conseil et que chaque phase avait son importance pour la suite. Le travail d'explicitation et l'effet structurant de la modélisation conduisent d'emblée les agriculteurs à prendre du recul, à faire des diagnostics et à imaginer des alternatives intéressantes. La confrontation de la simulation du modèle actuel avec l'agenda des opérations des campagnes précédentes apparaît décisive dans l'adhésion à la démarche. Elle est en fait perçue comme une phase de "validation" de la méthode par les agriculteurs. En effet, dès lors que simulation et agenda concordent, l'agriculteur se reconnaît dans le modèle, le scepticisme latent sur la possibilité de reproduire par simulation ses propres pratiques tombe et l'intérêt pour l'expérimentation sur modèle est acquis. Enfin, la confrontation du modèle avec un grand nombre de scénarios climatiques permet de discuter de sa sensibilité (tech-

Tableau 1. Démarches et situations de conseil.

Situations de conseil	Objectifs	Public	Moyens humains	Instruments	Contexte
Sensibilisation	Importance de la maîtrise des charges d'équipement	Tout agriculteur	Tout conseiller	• Recueil d'études • Cas types • Analyse de groupe • Diagnostic de mécanisation	• Articles de presse • Réunions d'agriculteurs • Opérations "fermes portes ouvertes" • Diagnostic économique
Formation	• Construire un projet • Relativiser le risque • Lier technique et économie	Groupe d'agriculteurs motivés	• Conseiller en agro-équipement • Conseiller du groupe	• Recueil d'études • OTELO • Budget partiel • Simulation manuelle	Session 2 à 5 jours, 10 à 15 personnes
Etude de projet simple	Construction de projet – individuel – collectif	Agriculteurs demandeurs	Tout conseiller après formation	• Recueil d'études • Simulation manuelle • Budget partiel	Prestation 1/2 à 1 journée
Etude de projet complexe	Construction de projet – individuel – collectif	Agriculteurs demandeurs	Conseiller en agro-équipement	• Recueil d'études • OTELO • Budget partiel	Prestation 2 à 4 jours

nique et économique, cf. annexe 1) et de la perception du risque, et contribue à enrichir le processus de prise de recul, de diagnostic et de recherche de solutions.

A partir de là, la construction et l'analyse des projets posent en général peu de problèmes si ce n'est, pour certains agriculteurs, une difficulté à se projeter dans le futur et à imaginer des solutions très différentes de celle en vigueur. On perçoit alors le rôle du conseiller pour aider l'agriculteur à élargir sa vision du domaine des possibles.

L'étude de projets simples

Pour répondre à des besoins d'études plus légères réalisables par des conseillers non spécialisés, une version simplifiée de la méthode a été mise au point. Elle reprend partiellement les phases présentées précédemment (modélisation du modèle d'action, simulation, imagination de modifications). La simulation est faite manuellement sur une courte période. L'objectif est essentiellement d'établir un diagnostic sur une organisation en déroulant son fonctionnement sur un scénario climatique, d'en faire apparaître les limites et de tester des modifications sur ce même scénario. Dans les systèmes peu complexes, où peu de travaux sont concurrents, ce type d'analyse semble suffisant pour aider l'agriculteur à faire un projet de réorganisation. Par contre, il est impossible de simuler une organisation complexe, ni de faire une analyse de sensibilité face aux aléas climatiques.

L'étude de projet comme support à une session de formation pour agriculteurs

Dans le cadre de sessions de formation pour agriculteurs, la formalisation du cas d'un participant à la session et la construction de projets pour son exploitation sont les moyens utilisés pour stimuler l'imagination d'idées novatrices en termes d'évolution d'exploitations. De façon générale, au cours de ces sessions, deux journées sont consacrées à la construction de projets. Durant ces deux jours, l'accent est mis sur la dimension technico-économique du problème et en particulier sur la maîtrise et les enjeux des charges d'équipement. D'autres dimensions peuvent être abordées, en relation avec le thème général de la session (par exemple, aspects juridiques et relations humaines dans les sessions consacrées au regroupement d'exploitations). Ces points de vue mobilisent des approches différentes que nous ne développerons pas ici.

Avant la session proprement dite, l'exploitation prise comme support est modélisée avec l'agriculteur, le modèle d'organisation est "validé" et son fonctionnement est simulé sur un grand nombre de scénarios climatiques.

Deux grandes étapes structurent la progression de la formation : la "mise en route" du groupe et la construction de projets proprement dite.

L'objectif de la mise en route est double. Il est d'abord d'amener les participants à se doter des perspectives communes qui leur permettront d'orienter la construction des projets (objectifs à atteindre, critères à prendre en compte). Il est aussi, comme dans le cas d'une étude de projet, de faire adhérer le groupe à la démarche qu'ils vont mobiliser tout au long de la session. Cette étape dure une demi-journée. Elle débute par une discussion ouverte sur les enjeux de la mécanisation, les différentes raisons qui motivent les décisions d'investissement (techniques, économiques, fiscales...), des questions d'actualité (conséquences de la nouvelle PAC, formes d'organisation collectives). Puis l'exploitation est présentée. L'agriculteur apporte un point de vue général, il lui est alors demandé d'insister sur les atouts et les faiblesses de son système. L'organisation du travail est présentée par l'animateur. Les résultats de l'étape de validation sont commentés conjointement par l'agriculteur et l'animateur. Cette première demi-journée se termine par l'analyse du risque technique et de ses répercussions en termes économiques, sur la base des simulations effectuées sur une vingtaine d'années climatiques.

La construction de projets est menée en deux phases : formalisation des projets puis évaluation et comparaison des projets aux plans technique et économique. La première phase repose sur la définition en commun des projets à étudier et la constitution des équipes qui auront comme mission de conduire l'ensemble de la démarche sur un projet. L'objectif est d'amener les participants à imaginer des projets suffisamment différents pour alimenter la réflexion du groupe, tout en restant intéressants à tester pour l'exploitation support. Le travail demandé ensuite à chaque équipe est de construire un projet cohérent d'un point de vue technique, c'est-à-dire définir l'assolement, les ressources en travail (interne ou externe à l'exploitation) et l'organisation du travail.

La seconde phase est consacrée à l'analyse et la comparaison des différents projets. Le travail demandé aux équipes est alors d'établir le budget de leur projet. L'analyse et la comparaison des différents projets sont effectuées par l'ensemble du groupe et débouchent sur la construction d'un tableau comparatif regroupant les différents critères de choix retenus. Un exemple est présenté en annexe 2.

Le recueil d'études de cas comme base commune de références

L'objectif du recueil d'études de cas est d'offrir à des conseillers non spécialisés en agro-équipement un outil simple pour sensibiliser les agriculteurs aux différentes organisations possibles et leur donner des idées d'amélioration de leur exploitation. Il repose sur une typologie des problèmes d'organisation du travail rencontrés au cours des périodes de pointe de travail. Les critères retenus pour établir la typologie sont la surface de l'exploitation et la part prise par la betterave et la pomme de terre dans l'assolement. En effet, ces deux cultures posent un problème de concurrence en automne entre leur récolte et l'implantation des cultures d'hiver et conditionnent fortement l'organisation et l'équipement.

Le principe du recueil de cas est d'associer à chacune des cases de cette typologie une étude concrète. Chaque étude propose différentes organisations possibles et s'attache à dégager des points de repère facilement transposables à un cas particulier (exigences en termes d'équipement et de

main-d'œuvre, conséquences sur les techniques de production et sur les temps de travail). Réalisé sur la base d'études concrètes, ce recueil évolutif vise à démultiplier les acquis issus de l'étude de cas particuliers et, de façon plus générale, à construire progressivement un savoir commun entre les agriculteurs et les conseillers sur l'organisation du travail.

Conclusion

Au travers de la construction d'usages autour d'OTELO et des concepts sous-jacents, nous voulions témoigner de l'intérêt d'une recherche finalisée associant recherche et développement, et ce d'autant plus qu'il s'agissait d'un thème nouveau dans les préoccupations des agriculteurs et des conseillers (Taponier et Desjeux, 1994), malgré son caractère stratégique.

Par ailleurs, poser la relation de conseil comme un processus de mise en relation de deux savoirs (celui de l'agriculteur et celui du conseiller) amène, nous semble-t-il, deux conséquences.

D'une part, cela conduit à imaginer cette relation comme une progression et à formaliser les étapes pertinentes à conduire. Qu'il s'agisse de conseil individuel ou de formation, cette volonté s'est traduite par la conception de phases finalisées qui structurent cette relation et visent à amplifier le raisonnement du décideur sur la base de ses propres représentations. Par ailleurs, formalisation et simulation de modèles d'action placent l'apprentissage au centre de la relation de conseil, au sens où il s'agit bien dans tous les cas d'expérimenter sur modèle des formes concrètes d'organisation du travail.

D'autre part, cela suppose de favoriser la dynamique de formation de l'expertise des conseillers par la mise en commun des études de cas concrets réalisées. A ce titre, l'expérience picarde nous paraît exemplaire.

L'expérience picarde peut également être présentée comme un processus de gestion d'innovations, au sens où elle constitue un exemple d'intégration par le développement de concepts et d'un instrument conçus par la recherche. Présentée sous cet angle, la description même de ces démarches se veut révélatrice de cette appropriation.

Références bibliographiques

Attonaty J.M., Chatelin M.H., Poussin J.C., Soler L.G., 1991. Advice and Decision Support Systems in Agriculture : New issues. Decision Support Systems : IFORS : SPC 1, Bruges, March 26-29. 10 p.

Chatelin M.H., Aubry C., Leroy P., Papy F., Poussin J.C., 1993. Pilotage de la production et aide à la décision stratégique. Cahiers d'économie et sociologie rurales, 93 (28) : 119-138.

Papy F., 1993. Working knowledge concerning technical systems and decision support. First Europeen Convention in Farming System Research/Extension, Edinburgh, Octobre 1993, 12 p.

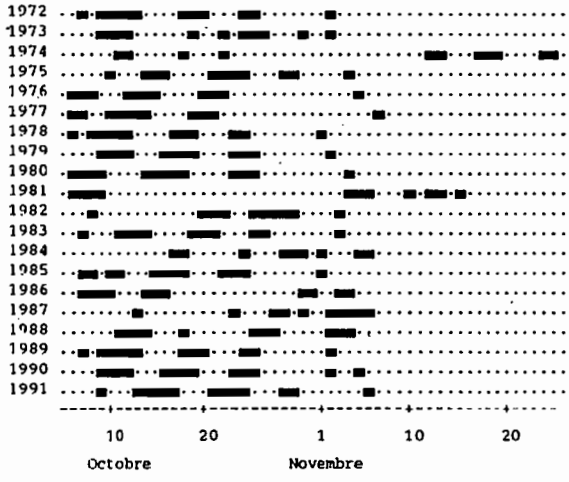
Papy F., Attonaty J.M., Laporte C., Soler L.G., 1988. Work organization as a basis for farm management advice. Agricultural Systems, 88 (27) : 295-314.

Sebillotte M., 1990. Some concepts for analysing farming and cropping systems and for understanding their different effects. First Congress of European Society of Agronomy, Paris, 5-7 December 1990.

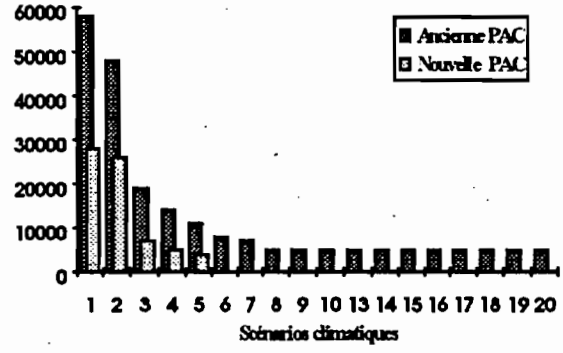
Taponier S., Desjeux D., 1994. *Informatique, décision et marché de l'information en agriculture*. Paris, France, L'Harmattan, 367 p.

Annexe 1. Un exemple d'analyse de risque.

Calendriers de semis de blé (20 années climatiques)
(simulation ancienne PAC)



Pertes de produit blé dues aux retards de semis (en FF)



Pour produire ce diagramme, on affecte les surfaces semées après le 1er novembre d'une perte de 5t/ha (cf. calendriers de semis).
Hypothèses : prix blé 92 pour l'ancienne PAC 100 FF/q, 15 % jachères pour la nouvelle PAC.

Cet exemple provient d'une étude effectuée en 1992. L'analyse des risques techniques et économiques met en évidence une conséquence importante de la nouvelle PAC : la diminution importante de l'impact du risque technique sur le risque économique. Ce type d'analyse s'est avéré un moyen intéressant pour réenvisager avec les agriculteurs leur attitude face au risque et sa prise en compte dans leur stratégie d'équipement et de main-d'œuvre.

Annexe 2. *Un exemple de résultats de session.*

	Travail (période du 20/8 au 20/11) Heures travaillées		Taux	Pertes liées au retard de semis (FF/200 ha)		Marges en FF/ha		Critères qualitatifs	
Projets	Total	/personne	utilisation	moyenne	maximum	sur mécanisation	sur M.O.	Atouts	Risques
Situation initiale	618	294	41 %	3 700	30 340	2 728	1 828	• Banque de travail	• Départ du père
Autonomie	457	415	58 %	8 269	56 240	+462	+ 762	• Indépendance • Réversibilité	• Travail • Défaillance humaine • Travail par entreprise
Entraide 1 salarié en commun	856	285	39 %	4 717	29 600	+ 555	+ 555	• Création emploi • Relations humaines • Disponibilité	• Réversibilité • Mobilité • Succession • Juridique
Autonomie Embauche 1 salarié								• Marges importantes • Création d'emploi	• Trouver surfaces et financement
- surface x 1,5	837	419	57 %	2 868	27 380	+ 620	+ 620		
- surface x 2	841	421	58 %	5 236	29 970	+ 740	+ 1 040		

Cette étude a été faite sur une exploitation de 200 ha située en Champagne. M. et Mme L. exploitent cette surface avec la participation du père pendant les périodes de pointe de travaux. L'interrogation de M. L. porte sur les conséquences du départ prévisible de son père. Cette situation assez classique a permis au groupe de proposer trois projets très différents : (1) absorber ce départ en interne, ce qui suppose de rechercher des solutions pour faire face aux pointes de travail, (2) s'associer avec une exploitation comparable et prendre un salarié en commun, (3) rechercher une structure d'exploitation qui permette d'embaucher un salarié.

Participatory On-Farm Research and Use of Indigenous Knowledge in the Plain of Reeds, Mekong Delta, Viet Nam

Husson, Olivier[1]; Quyen, Mai Van[2]; Phung, Mai Thanh[2]; Colliot, Etienne[1]

[1]Funds for Development Cooperation (FOS), Grasmarkt 105/bus 46, 1000 Brussels, Belgium

[2]Institute for Agricultural Sciences of South Vietnam (ISA), 121 Nguyên Binh Khiêm, Quan 1, TP Ho Chi Minh, Viet Nam

Abstract

The ISA/FOS project conducts applied research with farmers to improve land reclamation techniques on highly acid sulfate soils in the Plain of Reeds, a dynamic pioneer zone in the Mekong delta in Viet Nam. Research topics and program were openly discussed and trials were implemented jointly. A team of young motivated researchers lived with the farmers and thus gained their trust and benefited from their experience. The results of this cooperation greatly encouraged both farmers and researchers. They will serve to initiate rapid and harmonious development in the Plain of Reeds.

Key words

Farming systems research, on-farm experiments, Plain of Reeds, Mekong Delta, Viet Nam, rice, sowing in water.

Résumé

Recherche participative en milieu paysan et utilisation des savoirs paysans dans la plaine de Reeds, delta du Mékong, Vietnam

Le projet ISA/FOS mène avec les paysans une recherche appliquée sur les techniques de mise en valeur des sols fortement sulfatés acides dans la plaine des Joncs, un très dynamique front pionnier dans le delta du Mékong, au Vietnam. Les sujets et le programme de recherche ont été discutés ouvertement et la réalisation des essais s'est faite en commun. Partageant la vie des paysans, une équipe de jeunes chercheurs motivés a su gagner leur confiance et bénéficier de leur expérience. Les résultats de cette coopération sont d'un grand encouragement pour les paysans et les chercheurs. Ils œuvreront sans doute pour un développement rapide et harmonieux de la plaine des Joncs.

Introduction

The Plain of Reeds Farming Systems and Extension Project, which was initiated in 1992, is a cooperative project between the Institute for Agricultural Sciences of South Vietnam (ISA), Viet Nam, and Funds for Development Cooperation (FOS), a Belgian nongovernmental organization. The project is compose of:

- a scientific component for applied research, training, and extension; its objective is to develop a range of sustainable cropping systems that are integrated into the socioeconomic environment;
- a rural economy component for assessment of economic returns of test cropping systems; it involves economic surveys and diagnosis, and trials of experimental rural credit systems.

All operations are conducted in the Plain of Reeds (Dong Thap Muoi), in southern Viet Nam.

The Plain of Reeds

Difficult Biophysical Conditions

The Plain of Reeds is a large depression located in the northern part of the Mekong delta (Figure 1). Climatic conditions are characterized by high temperatures throughout the year and a 6- month rainy season. Agriculture is limited by two main factors:

- Floods in the Mekong river. Every year, the plain is covered during 3—6 months with 30 cm to more than 1 m of water, depending on the local topography. Flood amplitude varies greatly, between 2.6 m asl (in Moc Hoa, 1976) and 4.5 m asl (in 1978) (pers. comm. meteorology office, Long An Province, 1992). This makes cultivation of, for example, traditional floating rice crops unreliable.
- Soil problems. Acid sulfate soils (363 000 ha) cover most of the plain (Nhan 1991). In these soils, crops are affected by ferrous iron and, sometimes, H_2S toxicity in reduced conditions. In dry conditions, oxidation of pyretic material leads to production of H+ ions and aluminum toxicity linked with low pH. These extreme conditions explain why in 1993 more than 100 000 ha

(highly acid sulfate soils) are still unexploited (pers. comm. Nhan NV, Mekong Delta Master Plan, 1993).

A Dynamic Pioneer Zone

Reclamation of the acid sulfate lands is of great interest to Viet Namese farmers and authorities. Migration to this region can reduce overpopulation problems not only in other provinces of the delta, but also in central and northern Viet Nam. It would increase agricultural production and encourage settlement of Viet Namese people near the border in an area that is still claimed by Cambodia.

The development of a large-scale irrigation and drainage system in the 1980s made rice cultivation possible, and with this development started migration and land reclamation. Initially, capital availability was an important parameter. Unlike other pioneer zones with high soil fertility, acid sulfate soils develop fertility over time. These soils improve and produce higher yields as toxic elements gradually leach out. Farmers are ready to support high risks to seize the opportunity of obtaining 2—3 ha of land. Success is variable and this has already caused social differentiation. Farmers who fail are forced into a downward spiral of credit, with high interest rates (10%/month for private loans). Success in the first 3—5 years secures the future of the family. The project's main thrust is therefore reclamation of acid sulfate soils.

Integration of Farmers' Knowledge in the Research Program

Project Approach

On-farm, farmer-managed trials were implemented after a technicoeconomic diagnosis, followed by the identification of recommendation domains according to a typology of farmers (Anh, Vandome 1992; Cauchois 1993), and

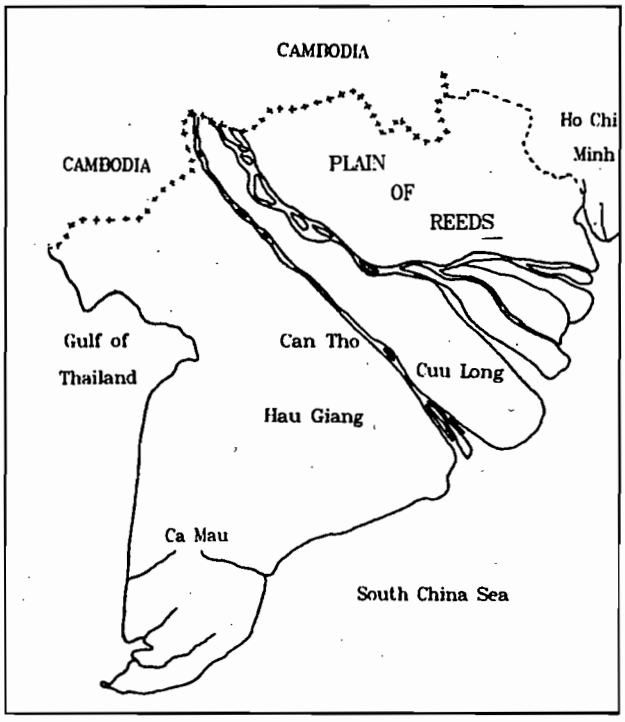


Figure 1. The Plain of Reeds in the Mekong delta, Viet Nam.

establishment of priorities (Husson et al 1993b). The approach was based on the concept of *création-diffusion* of cropping systems, developed by CIRAD-CA (Séguy, Bouzinac 1988). Large-scale experiments, in which technical itineraries were assessed for their technical and economic efficiency, were combined with small-scale, thematic superimposed trials. Farmer participation was central to these actions. All trials were implemented and financed by farmers; the project covers only losses, in case of failure. Farmers set up the trials in their own fields, according to a program devised with researchers.

Elaboration of Research Program in Tan Lap Village

Farmer practices were identified by researchers during the diagnostic phase. Tan Lap village, in Tan Thanh district, was selected as it is representative of the biophysical conditions in the Plain of Reeds. The choice was also determined by the keen interest of farmers in land reclamation, and their technical level.

Before the flood, a meeting was organized in the village with those farmers willing to reclaim land. Projects goals and work principles were presented. In a second meeting, volunteers discussed their plans, problems, and interest in research topics. Fields were then mapped by the project team to identify heterogeneity. A draft program was prepared based on the map; it integrated on-station research results, and farmers' practices and interests. The detailed program was proposed to farmers for discussion in a third meeting. Some topics proposed by researchers had to be abandoned. Water management practices, for instance, were not realistic at a large scale because of high soil permeability. Fertilizer rates were also discussed and modified, and use of Viet Namese-made thermophosphate fertilizer proposed by researchers was welcomed by farmers.

A commonly grown rice variety proposed by farmers was selected. Topics for thematic trials were easily adopted by farmers as they could choose the trials they were interested in.

The research program was progressively refined by specifying the technical itineraries for each plot, based on the map drawn by researchers, farmers' projects and resources, and research requirements.

Organizing Diversity

The focus of the research program was to organize diversity. A wide range of technical itineraries, involving different fertilizer rates, and methods of land preparation and water management, were tested in different physical situations. The itineraries were based mainly on farmers' best practices, technical and economic efficiency, and relevant on-station research results. At one experimental site, farmers and researchers developed a wide range of technical solutions. The program enabled scientific comparison of the itineraries and identification of those best suited to each recommendation domain.

Establishment, Adjustment, and Follow-Up of Experiments

The research team set up quarters in a hut built in the experimental fields. They could thus interact daily with the

farmers to solve unpredictable problems rapidly and adjust the program accordingly. Sowing dates, for example, were decided jointly only a few days in advance, according to flood recession speed and field topography.

Crop protection measures were taken by farmers, according to advice from researchers. Before harvest, plots of 1 m^2 were sampled to measure yields components. The output from each treatment was harvested and weighed jointly by farmers and researchers, in a real spirit of cooperation.

Mutual Respect, Trust, and Confidence

For more than 5 months, researchers shared the farmers' life. The hut where they lived served as a perfect place for informal talks during meals, working sessions, and evenings with farmers. Trust and respect gradually increased as an atmosphere of friendship set in.

Researchers quickly understood how much they could learn from the farmers. In the beginning, farmers wondered how researchers "from the city" would endure rural living conditions, but they soon appreciated their presence and often came by themselves to ask for advice when they faced problems. Thanks to their technical knowledge, the researchers were able to answer their questions.

From the beginning, thermophosphate proved to be highly efficient. Researchers' knowledge and advice on pest control were of great interest to farmers and they were very important in gaining farmers' trust. This climate of trust is essential for any farmer participatory research. It can be built only if researchers are able to provide technical answers to farmers' problems. No "specialists" can work efficiently with farmers if they do not have strong general knowledge about crop and livestock production.

In addition to organized visits, more than 600 farmers spontaneously visited the experimental area. All the 17 farmers who worked for the project in 1992/93 also participated in the 1993/94 trials, which covered about 18 ha and involved 29 farmers. Although no contracts had been signed, there were no problems during talks after harvest. Compensation for poor harvests was given only in case of financial losses due to poor results of tested treatments.

Technical Results Achieved with Farmers' Knowledge

Significant technical progress was made from the first year. It is explained in detail in the annual reports (Husson et al 1993a, 1993b).This paper only focuses on technical improvements inspired by farmers.

Varieties

The variety selected by farmers for the trials was the best from 18 varieties tested in the first year of experimentation. It was used again as the control variety in the second year.

Land Preparation

Farmers' practices were used for land preparation, with some variations to assess the importance of each step. Farmers in Tan Lap village were aware of the importance of burning and removing organic matter before and after the flood. They also paid great attention to leveling, another major factor. Land preparation treatments varied, depending on farmers' resources. Those having the means could devote more time and money to land preparation, while others had to cope with inadequate leveling and higher organic matter residue.

Experiments showed that poor land preparation reduced yields, despite high fertilizer levels; it is a key issue, together with water management, in land reclamation.

Sowing In Water and Water Management

On-station experiments clearly showed the importance of water management on acid sulfate soils. Continuous reduction leads to ferrous iron and H_2S toxicity. Acidity occurs when fields are left to dry, and this leads to aluminum toxicity. However, water control is difficult in farmers' fields due to high permeability of these soils, which have never been cultivated. Water pumped to a depth of 20 cm will disappear in 24—48 h. Adequate water management is difficult to achieve.

Farmers have overcome this problem by deepwater sowing. This technique was discovered by chance by a farmer who pumped water out of his field to plant early and avoid pests. He pregerminated the seed, as is commonly done in the area, but heavy rains flooded the field again. The farmer decided to broadcast the seed in the water because he had no time to pump the water out again. This farmer obtained better results than others (pers. comm., priest Huong, Tan Lap, 1992).

On the acid soils in the Plain of Reeds, water is usually also acidic (pH 3—3.3 in experimental fields at sowing in 1992/93) and clear. To get clear water, farmers apply 20—30 kg/ha of urea after sowing. NH_4+ ions probably cause flocculation of particles in water. Clear water allows sunlight to reach submerged rice leaves. Water depth at sowing is very important and a wrong calculation of flood water recession can lead to high losses. Rice leaves must reach the water surface within 2—3 weeks, otherwise poor tillering and plant development can cause high mortality.

Sowing in deep water is the only solution for adequate water management on these permeable soils (Figure 2). Sowing dates and water levels at sowing have to be calculated according to the average field topography and flood recession speed. This technique also reduces pumping and weed control costs; moreover, as it allows early sowing, pest incidence is also reduced.

Tidal irrigation is used wherever possible. The purpose of water management is to prevent acid layers of the soil from drying out, without keeping water permanently in the field. As the practice yields good results in difficult local conditions, it has been widely adopted. Adequate land preparation, fertilization, and water management ensured yields of 3—4 t/ha in large fields from the first year, compared with 1.5—2.5 t/ha usually obtained in farmers' fields.

Practical Advice and Field Observations

Even expatriate researchers with language problems; will find that they can learn more during an evening of

discussions with farmers, than from any series of formal interviews. Although thermophosphate is a powder, application of the fertilizer is not difficult because it can be mixed with the seed or with a little water to form granules. The quantity to be mixed with, for example, 200 kg of seeds can be 400 kg. Once the farmers gain confidence in their interlocutors, they will give the answer during an informal chat over dinner. The answer is that up to 400 kg of fertilizer can theoretically be mixed, but the seeds already become too heavy with 250 kg of fertilizer and are very difficult to broadcast evenly. A walk with a farmer through a varietal trial will reveal the criteria needed to compare varieties. Selection based on resistance to toxicity and pests is not adequate. Tillering, grain quality, and resistance to submersion should also be added.

Farmers can indicate an amazing number of topics for further research. For example: Should weeds be removed by puddling before the flood? Weeds trap pests and removing them would increase pest incidence. Does mixing seeds with thermophosphate reduce losses due to fish, crabs, and birds, as it is commonly believed?

Researchers can design a relevant applied research program by listening attentively to farmers about their real needs. It is the first step toward the development of suitable technical solutions.

Conclusion

It is not easy to gain the trust and confidence of farmers, and it needs time. Living on site is crucial as researchers learn more from informal talks every day than from any formal interview.

In the Plain of Reeds, the team of young, motivated, and open-mindedresearchers endured difficult living conditions to achieve real, mutually beneficial cooperation with interested and motivated farmers and local authorities. Results from this experience are extremely encouraging for rapid development in the Plain of Reeds, which is a dynamic pioneer zone in a fast developing country.

Acknowledgment

We gratefully acknowledge the support of the administrations of ISA, Viet Nam, and FOS, Belgium. We also thank the village, district, and province authorities for their help. Above all, we thank all team members working in the fields, priest Huong, and all the farmers in Tan Lap. Their interest and participation in the project encouraged us considerably.

References

Anh DT, Vandome L. 1992. Diagnostic agro-économique des villages de Tan Lap et Bac Hoa, Plaine des Joncs, Viet Nam. Ho Chi Minh, Viet Nam: Institute for Agricultural Sciences of South Vietnam/Funds for Development Cooperation (ISA/FOS), PRD Plaine des Joncs; Montpellier, France: CNEARC. 92 pp.

Cauchois A. 1993. Diagnostic agro-socio-économique d'une commune de front pionnier dans une perspective de développement, Thuy Tay, district de Thanh Hoa, Plaine des Joncs, Viet-Nam. Ho Chi Minh, Viet Nam: Institute for Agricultural Sciences of South Vietnam/Funds for Development Cooperation (ISA/FOS); Montpellier, France: CNEARC. 100 pp.

Husson O, Phung MT, et al. 1993a. PRD plaine des Joncs, rapport analytique saison hiver—printemps 1992/93. Ho Chi Minh, Viet Nam: Institute for Agricultural Sciences of South Vietnam/Funds for Development Cooperation (ISA/FOS). 50 pp.

Husson O, Phung MT, et al. 1993b. Projet recherche-développement de la Plaine des Joncs ISA/FOS, rapport synthétique annuel, 7/92—6/93. Ho Chi Minh, Viet Nam: Institute for Agricultural Sciences of South Vietnam/Funds for Development Cooperation (ISA/FOS).64 pp.

Nhan NV. 1991. Soils map of Plain of Reeds, scale 1/100 000. Ho Chi Minh, Viet Nam: National Institute for Agricultural Planning.

Séguy L, Bouzinac S. 1988. Une approche systémique opérationnelle pour la création-diffusion de systèmes de cultures alternatifs à base de riz pluvial dans le Brésil central. Montpellier, France: IRAT; Brazil: EMBRAPA. 200 pp.

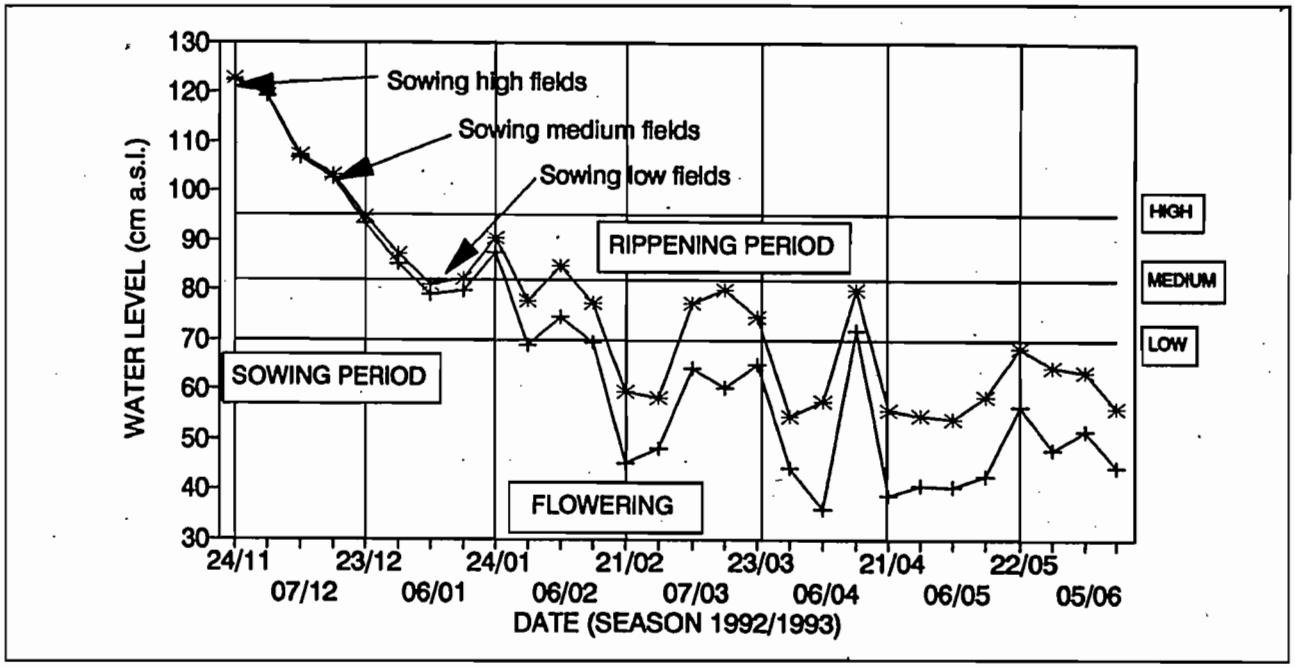


Figure 2. Water level and sowing date in relation to flood recession and field topography; example of water level in canal 2000 N KM 6, November 1992—June 1993.

An Indigenously Developed Pond Aquaculture System in Bangladesh

Shah, Wajed Ali; Townsley, Philip
Food Action Plan 17 (FAP 17), PO Box 6088, Gulshan, Dhaka 1212, Bangladesh

Abstract

The pace of aquaculture development in Bangladesh has been disappointing despite its apparently high potential. A range of technical, social, and economic constraints are commonly identified to explain this poor performance. In the case study, a community of traditional fish traders and fishermen in central Bangladesh has developed, without intervention from extension agencies, a system of carp polyculture making intensive use of existing waterbodies. It is well-adapted to local conditions, although it differs widely from the methods recommended by most experts. Some of the social constraints regarding multiple ownership of ponds and tenure have been overcome, at least temporarily, through the development of innovative arrangements for profit sharing and leasing of unutilized waterbodies. The more general implications of the case are discussed.

Résumé

Un système d'aquaculture en étang développé localement au Bangladesh

Le développement de l'aquaculture au Bangladesh a été décevant malgré les grandes possibilités apparentes offertes par le pays. Ce maigre résultat est souvent attribué aux obstacles économiques, sociaux et techniques. Cette étude de cas se réfère à une communauté traditionnelle de pêcheurs et de négociants en poisson du centre du Bangladesh, qui a développé, sans l'intervention d'organismes de développement, un système de polyculture-élevage des carpes faisant un usage intensif des points d'eau existants. Ce système est bien adapté aux conditions locales, bien qu'il soit très différent des méthodes normalement préconisées par la plupart des experts. Certains obstacles sociaux concernant la multipropriété des étangs ou leur jouissance commune ont été surmontés, du moins temporairement, grâce à des mesures novatrices pour le partage des bénéfices et la location-vente des étangs inutilisés. L'étude approfondit les implications générales de cet exemple.

Introduction

Fish production in Bangladesh has an immense potential for increase through the development of aquaculture in the large number of underutilized ponds, ditches, and small waterbodies. The total area of "culturable" waterbodies in the country is estimated at about 150 000 ha, of which only about 50% are said to be utilized for aquaculture of any sort (Nuruzzaman 1992). A particularly attractive feature of many of these waterbodies is that they are often located close to homesteads and may be owned by households that are otherwise landless (FAP 17 1993).

However, in spite of this apparently large potential for improving high-quality animal protein supply, protein consumption, and incomes of rural households, aquaculture development has been sluggish. It has not lived up to expectations despite considerable efforts by development and extension agencies. This paper describes a locally innovated pond aquaculture system, which throws light on the processes that encourage aquaculture development. It shows how rural people deal with problems that have been commonly identified as constraints to the widespread development of fish culture.

The aquaculture system was developed by a community living in the floodplain of the Jamuna river. No extension inputs nor work by external agencies was involved. A flexible system has developed so that it was responsive to local conditions, and technical capabilities and requirements of its practitioners. It seems to overcome some of the constraints perceived by outsiders.

Study Site

Saturia *thana* (administrative unit) is located in central Bangladesh about 50 km to the northwest of the capital, Dhaka. The area is one of the most densely populated rural areas in Bangladesh (and therefore in the world) and it has a predominantly agricultural economy. Levels of land-

lessness exceed 50%. The twin villages of Bhatara and Char Bhatara are connected by road with the main Dhaka Aricha highway.

About 300 households live in the two villages. Each village is made up of several distinct groups. About 200 households live primarily by farming, but a large group of about 100 households has worked for several generations as *nikari* (fish traders). It is within this group that aquaculture has developed over the past decade. Many members of the fish trading community have, over the past 15—20 years, become involved in fishing. This probably started when many of the traditional Hindu fishermen in the area left the country for India in the 1950s. They left an employment niche, which the Bhatara people—already involved in fisheries—were quick to fill. The complex of wetlands that surround the village are still extensively fished by villagers, but the wetlands are steadily disappearing due to siltation and changes in the flooding pattern caused by roadways and settlements.

Fish Culture System

In the 1980s, a chance combination of events led to the development of aquaculture in the community. One of the villagers, who had some exposure to fish culture while living in another district, was repaid a loan in the form of fish fingerlings. After some early experiments, including many failures, a system was developed and it seemed to function remarkably well in the local waterbodies. It subsequently spread not only within the community, but also to neighboring villages.

The fish culture system developed by the villagers of Bhatara and Char Bhatara is notable for its intensive use of existing water resources. It integrates the production potential of some types of waterbodies with the input requirement of others. While some households have been able to carry out all the different stages of the fish culture cycle in a variety of ponds and ditches, others have specialized in particular stages of the cycle.

The activity—production of fingerlings or fish for consumption—obviously integrates well with the fish trading activities, which constitute the traditional livelihood of many households in the community. Like most pond aquaculture systems in Bangladesh, the system in Bhatara is based on polyculture of the major Indian carps (*Labeo ruhita, Cirrhinus mrigala, Catla catla*).

The Bhatara fish culture system can be divided into two stages. The first stage or nursery stage involves production of fish fry or fingerlings for stocking in other ponds. In Bhatara, the nursery stage is subdivided into a primary stage (raising fish spawn to fish fry) and a secondary stage (raising fish fry to fingerlings). The second stage or grow-out stage involves production of fish for consumer markets.

Primary Nursery System

The nursery systems in the village generally utilize very small ponds located close to the homesteads. They are often simply borrow pits, from which soil for the raised homestead mounds was excavated. The pits are usually improved and reexcavated to adapt them to pond production. The average size of the waterbody used for primary nursery production is 0.032 ha. The primary nursery stage usually involves multispecies fry production, although some producers may concentrate on a single species.

The steps commonly followed for primary nursery production are:

- dewatering of pond in early April, at the end of the dry season; ponds are left to dry for about 15—20 days;
- in irrigated areas, water is pumped into the dried out pond to a depth of 1.5—2 feet; pond operators may also wait for the first rains in late April or early May;
- ponds are poisoned to destroy predatory insects and limed (16.46 kg/ha) the following day;
- the day after, ponds are fertilized with urea (110 kg/ha) and manured with oil cake (38.42 kg/ha);
- 1 week after fertilization, the pond is netted to remove frogs and insects;
- fish spawn are stocked after netting;
- fries are fed and reared for 16—20 days in the primary nursery, then sold to other aquaculturalists or used for stocking the owner's own secondary nursery ponds.

Spawns collected wild from the Jamuna river (about 25 km west) by fishermen, including those in Bhatara, are used for the nurseries.

Numerous variations on the steps and methods outlined above are used by different villagers. There seems to be a considerable degree of experimentation by nursery operators to identify the best methods for their particular ponds and to establish the relationship between different stocking rates and mortality, water depth and survival, feeding patterns and fry growth.

Although some nursery operators experienced serious losses in fry production, the number of nursery operators has increased steadily. This is in response to growing demand as more local people take up aquacultural activities. Moreover, nurseries can be established in smaller ponds, which are more common. Fingerlings grown out from wild-collected spawn are generally regarded as superior to hatchery-produced fry, which are in any case in short supply.

Secondary Nursery System

Essentially the same methods used in the primary nursery system are adopted for secondary nursery production in Bhatara. Fry, caught in the wild or obtained from primary nursery ponds, are stocked and raised to fingerling size for subsequent stocking in grow-out ponds. Ponds are prepared in the same way: elimination of predators by poisoning, liming and fertilization, netting, and stocking of fry.

Methods applied to fingerling production differ from those generally recommended by extension agencies. Nursery operators reported that the recommended nursery technology was expensive and technically difficult to implement in rural conditions. Their management methods for secondary nursery production were developed primarily through experience and observation.

The size of secondary nursery ponds ranges from 0.08 ha to 0.16 ha. Water depth in secondary nursery ponds is greater than in primary nurseries. High mortality in fry-to-

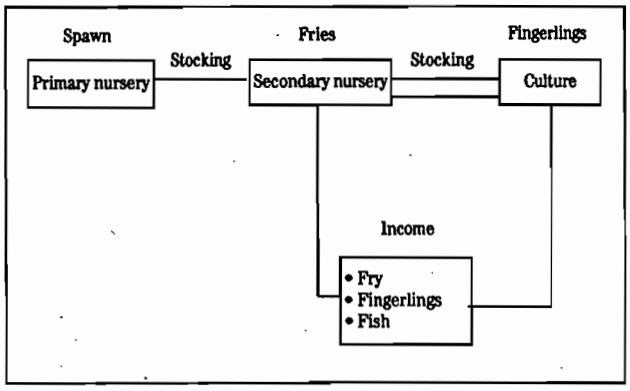


Figure 1. Nursery to fish culture process adopted by the villagers of Bhatara, Bangladesh.

fingerling production has made aquaculturalists aware of the importance of proper pond preparation. Secondary nursery output is used for stocking grow-out ponds within the same household culture system and for sale to other fish aquaculturalists. Respondents noted the risks associated with nursery production. Returns from successful nursery production are far higher than yields from crop production for the same land area. Failure can mean loss of substantial capital investment. In spite of the risks, few aquaculturalists abandon the activity once they have started. The two-stage nursery production system has expanded to the point that the village has become an important local center for fish fry and fingerling supply.

Pond Culture Technology

The grow-out stage of the fish culture cycle is generally more familiar to people in the area. It is widely practiced, using a variety of input levels, and stocking and management regimes. The exact steps and methods seem to depend as much on the economic possibilities of individual households as on their technical knowledge. Multispecies pond culture, in which fingerlings obtained from local nursery ponds or caught by local fishermen are stocked, is most common. Overstocking (by conventional standards) seems to be the rule, although there are no set standards. Nevertheless, results seem to generally satisfy producers, even if they may not represent an optimum yield from the available resources.

Constraints and Local Solutions

Years of research and extension work in aquaculture in Bangladesh (Rahman 1986; Mazid 1993; Gill, Motahar 1982) have shown that the primary constraints to aquaculture development are social and economic rather than technical. A recent workshop on the involvement of nongovernmental organizations for the promotion of pond fisheries and aquaculture in Bangladesh identified the following obstacles to widespread fish culture development:

- supply of fish fry and fingerlings at farm level;
- technology transfer;
- access to ponds and waterbody resources;.
- multiple ownership of ponds.

Supply of Fish Fry and Fingerlings

Villagers in Bhatara seem to have overcome the first of these obstacles practically on their own. Their background in fisheries may have enabled them to acquire the necessary understanding of the biological cycle of culturable species. The vicinity of an abundant supply of wild spawn as a primary input is also important. In the long term, the viability of dependence on natural sources of fish spawn is doubtful. Meanwhile, in some other areas of Bangladesh, small-scale hatcheries have already developed in response to the growing demand from fish farmers. The practice is likely to spread to other areas as demand increases.

Technology Transfer

In the case of Bhatara, success of the technology and higher income for producers have been the best vehicle for its transfer. Adoption of aquaculture has been rapid and widespread since it was introduced 8 years ago.

Access to Waterbodies

Undoubtedly the principle factor limiting the spread of aquaculture, in Bhatara as elsewhere in Bangladesh, is the availability of waterbodies. This seems to contradict the widely perceived surfeit of unexploited waterbodies mentioned at the beginning of the paper. Several factors should be considered.

Floods in large areas of lowland Bangladesh are a severe deterrent to investment in aquaculture. This does not signify that flooded ponds or ditches are unexploited. Most of these seasonally flooded waterbodies are left with abundant wild stocks of floodplain fish after the flood has receded. People living around the waterbodies make full use of these stocks. In some cases, the stocks are improved by adding fish feed, providing artificial shelters for fish, and even adding stocks of fingerlings. The number of waterbodies is reduced if these flood-produced ponds are excluded. In villages like Bhatara, aquaculture has reached a stage where there are few, if any, unexploited ponds available for further development.

When the first households took up fish culture in the village, they had a vast choice of ponds of all sizes and configurations, which were not utilized or exploited. But the owners of the ponds were already aware of the potential of these resources. Waterbody rental and leasing terms are becoming less advantageous and the leasing periods, shorter. Often owners only want to lease the pond for 1 year to a local fish farmer who reexcavates and improves it; the owner then takes it over for himself. In the long term, many small and medium-sized landowners will probably acquire the skills needed to manage their ponds themselves. But experience in Bhatara suggests that possibilities for involvement of experienced nonowners may persist beyond the point where available pond resources are fully utilized.

Multiple ownership

Another commonly encountered constraint in the area is multiple ownership of ponds. Outsiders perceive this as a potentially serious deterrent because disagreements over sharing of benefits and management responsibilities are common where joint ownership of the waterbody extends to that of the aquaculture enterprise. While such problems

have undoubtedly occurred in Bhatara, local people are generally able to work out arrangements that overcome tenure problems. Altogether, some 16 different tenure arrangements for culturable ponds and ditches were encountered in Bhatara alone. They can be broadly classified into four principle systems.

- Share system. The share system for pond fisheries found in the study village essentially resembles existing arrangements for sharecropping. All production costs and labor for fish culture are provided by the aquaculturalist (sharecropper) and the harvest is shared between the pond owner and aquaculturalist. There is no cost involved for the pond owner. The exact rate at which the crop is shared between the two parties varies considerably and depends primarily on the condition of the pond. If it requires much work to make it usable for aquaculture, the owner's share decreases. The pond owner's share generally ranges from 25% to 50%.
- *Kot* system. The word '*kot*' is a local term for cash contract. The contract period ranges from 1 to 6 years. The pond owner(s) decides the contract terms. *Kot* holders report that pond owners rent out only those ponds that require investment (eg, redigging, raising of pond embankment) before stocking. Owners are essentially interested in having their ponds prepared so that they can use them for production at a later date. The duration of such contracts is steadily being shortened.
- Lease system. In this system, government-owned *khas* ponds are leased to private parties, generally through an open auction. Preferential bidding rights can be given to special groups (eg, cooperatives, community groups, associations of landless farmers), but the ponds are usually leased to the highest bidder. Contacts with local bureaucracies and political influence can help bidders. Although the possibility of channeling the benefits accrued from aquaculture toward disadvantaged groups (eg, landless farmers) has been on the agenda and some very successful programs have been launched, the real scope for this plan is limited because of the relatively small number of *khas* ponds available.
- *Do-ani* system. This system is a local innovation developed by the fishermen and fish traders of the study area. The word *do* means two and *ani* is derived from *anna* meaning one-sixteenth of a taka. Thus *do-ani*, which means one-eighth, refers to the share taken by the aquaculturalist under this arrangement. The aquaculturalist is essentially selling his expertise and labor in return for his 12.5% share of the total harvest, while the pond owner bears all the costs of production. The *do-ani* shareholder guides and advises the pond owner in the same way as a consultant. This system seems to be gaining popularity in neighboring villages.

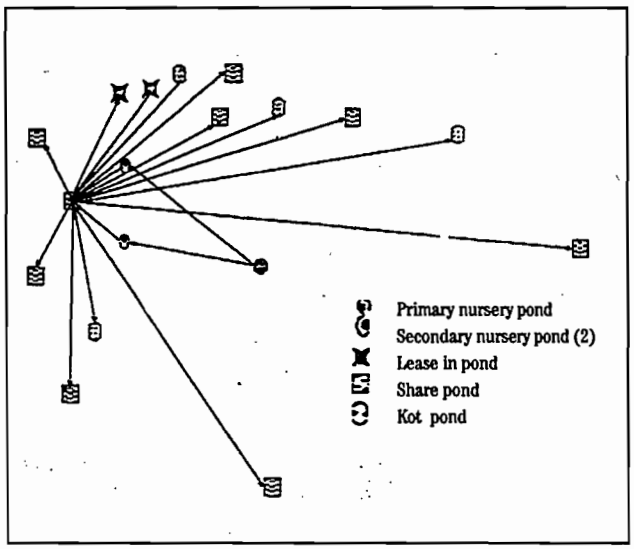


Figure 2. *Development of pond fisheries in the study village of Bhatara, Bangladesh.*

Prospects and Opportunities

Costs and returns for one pond operator carrying out all three stages of the aquaculture system in different ponds (primary and secondary nurseries, grow-out) were calculated (Table 1).

The success of fish culture in the Bhatara area illustrates several important points regarding the development of aquaculture.

Despite technical and social problems, aquaculture will probably develop by itself if certain conditions are fulfilled: proximity of a market for fish, input availability, and suitable environmental conditions. Concern about the slow pace of aquaculture development probably betrays an

Table 1. Cost and return analysis of an integrated primary and secondary nursery and grow-out operation in Bhatara village, Bangladesh, 1993.

Fry production	Taka/acre[a]	Fingerling production	Taka/acre[a]	Grow-out	Taka/acre[a]
Cleaning, dewatering	557	Pond preparation	1 250	Pond preparation	1 707
Poisoning, liming	375	Fries	8 756	Fingerlings	8 176
Fertilizer application, netting	756	Feed and fertilizer	634	Feed and fertilizer	3 300
Spawn eggs	4 000			Netting, maintenance	2 200
Feed	346			Pond rent	10 000
Pond rent	1 900				
Total cost	7 954		10 640		26 184
Gross benefit	18 900		24 000		159 950
Gross margin	10 944		13 360		133 766
Benefit/cost ratio	1.37		1.25		5.0
Rearing: 1 month		Rearing: 1 month		Rearing: 9 months	

a. 1 acre = 0.405 ha.

unrealistic set of expectations among development workers rather than reluctance or tardiness among potential fish farmers.

While social problems—notably those linked to pond tenure and multiple ownership—have been correctly identified as important constraints, they can be overcome when the people involved clearly see the benefits to be gained. Local aquaculturalists in Bhatara recognize the problems; they mention that political and social maneuvering is sometimes necessary to obtain access to waterbodies.

Problems regarding access are liable, in the long run, to create difficulties for landless people and nonowners of ponds who want to practice fish culture. As soon as the potential benefits of aquaculture become apparent, pond owners are liable to become directly involved in culturing their own ponds. However, the development of the *do-ani* system in Bhatara shows that trained and experienced landless people could make a living through their technical expertise The potential for using such experienced local people as extension agents should be considered.

While many of the factors influencing the development of fish culture in Bhatara are probably specific to the area and the people living there, the case is indicative of the progress of aquaculture development in the country as a whole. It testifies to the resourcefulness of rural people when they perceive clear benefits from a new activity.

Acknowledgment

We thank the members of the FAP 17 Socio-Economic Field Team for drawing our attention to the case described in this report and for their assistance in collecting the information and data required to understand it all. Particular thanks go to the villagers of Bhatara and Char Bhatara for their patience in describing and explaining their fish culture activities to us.

References

Flood Action Plan 17 (FAP 17). 1993. FAP 17 Village studies. Reports 1—7. Dhaka, Bangladesh: FAP 17.

Gill GJ, Motahar SA. 1982. Social factors affecting prospects for intensified fish farming in Bangladesh. Bangladesh Journal of Agricultural Economics 5(1—2):1—23.

Mazid MA. 1993. Aquaculture development in Bangladesh. Bangladesh Observer (26 Sep 1993).

Nuruzzaman KM. 1992. Aquaculture prospects and opportunities in Bangladesh. Dhaka, Bangladesh: Bangladesh Agricultural Research Council. 138 pp.

Rahman MM. 1986. Small-scale fisheries in Bangladesh: some socio-economic problems and issues. Bangladesh Journal of Agricultural Economics 9(2 Dec):97—110.pects and opportunities in Bangladesh. Dhaka, Bangladesh: Bangladesh Agricultural Research Council. 138 pp.

Rahman MM. 1986. Small-scale fisheries in Bangladesh: some socio-economic problems and issues. Bangladesh Journal of Agricultural Economics 9(2 Dec):97—110.

Farmers' Ecological Knowledge of Management and Use of Farmland Tree Fodder Resources in the Eastern Hills of Nepal: Implications for Research and Development

Thapa B[1]; Sinclair FL[2]; Walker DH[2]

[1]Pakhribas Agricultural Centre, c/o BAPSO, PO Bax 106, Kathmandu, Nepal

[2]School of Agricultural and Forest Sciences, University of Wales, Bangor, Gwynedd, UK LL57 2UW

Abstract

This paper is an account of an investigation into indigenous ecological knowledge of the management and use of farmland tree fodder resources in a rural village setting in the eastern hills of Nepal. Based on a year-long field study in one village development committee, this paper provides insight into indigenous ecological knowledge associated with the decision making criteria used by the farmers in managing their tree fodder resources. This knowledge is demonstrated by examining (a) how farmers perceive the value of a particular fodder species and the knowledge systems they use in fodder evaluation, and (b) how farmers perceive interactions occurring in their tree–crop based farming systems and the knowledge systems they use in managing them. The paper shows that farmers have a greater depth of knowledge on the subject than previously recognized by researchers and development professionals. Detailed investigations indicate a wealth of knowledge about tree species, their uses, and the way in which trees can be incorporated to advantage into local farming systems. The paper has identified several key issues having direct implications for the design of future tree fodder research and development strategies responsive to local needs. These, and some policy issues raised by the study, are discussed.

Résumé

Connaissances écologiques des agriculteurs sur l'exploitation des ressources en arbres fourragers des terres agricoles dans les zones montagneuses de l'est du Népal : conséquences sur la recherche et le développement

Cet exposé fait le bilan d'une enquête sur les connaissances écologiques de la population locale en ce qui concerne l'exploitation des arbres fourragers sur les terres agricoles d'un village rural situé dans les zones montagneuses de l'est népalais. L'enquête, qui a duré un an, a été réalisée sur le terrain dans un comité de développement villageois pour analyser les connaissances écologiques de la population ainsi que les critères utilisés par les agriculteurs pour leurs prises de décision dans l'exploitation de leurs ressources en arbres fourragers. Ces connaissances sont mises en évidence dans cet exposé en étudiant : (a) comment les agriculteurs estiment la valeur d'une espèce fourragère particulière et quels sont les systèmes de connaissance utilisés pour une telle évaluation ; (b) comment les agriculteurs perçoivent les interactions inhérentes à leurs systèmes de production basés sur la culture des arbres fourragers et quels sont les systèmes de connaissance utilisés pour l'exploitation de ces arbres. L'exposé montre que les agriculteurs ont des connaissances beaucoup plus approfondies sur le sujet que les chercheurs et les professionnels du développement voulaient l'admettre jusqu'à présent. Des études plus poussées révèlent qu'ils ont des connaissances très riches sur les espèces d'arbres, leur utilisation et la manière dont ils peuvent être intégrés avec profit dans les systèmes d'exploitation locaux. L'étude a mis en évidence quelques questions clés ayant des conséquences directes sur le développement de stratégies de recherche et de développement des arbres fourragers en fonction des besoins locaux. Cet aspect est discuté dans cet exposé en rapport avec quelques questions politiques.

Introduction

The farmers in the eastern hills of Nepal have been managing a variety of tree species in their farmland for many years, as tree resources form an integral part of local farming systems. These tree species are usually found growing in strips along the edges of the *bari* land terraces (upper slope, nonirrigated, cultivated land), which constitute about 79% of cultivated land. The most common tree species are those preferred by farmers because of their fodder value. The main value of tree fodder is in providing a store of green and nutritious feed for livestock during the dry season when other feeds are in limited supply. Livestock is an integral component of the hill farming systems, the land area cultivated and crop production achieved being largely dependent

on it (Tulachan 1985; Shrestha, Sherchand 1988). Livestock provides draught power for crop production and manure for maintaining cropland fertility, and is an important source of protein and farm income.

Recent studies have indicated that fragmentation of landholdings, coupled with a declining supply of tree fodder from public forests, is motivating farmers to cultivate more trees on their farmland. This has resulted in farmers developing increasingly complex agroforestry systems (Carter, Gilmour 1989; Gilmour, Nurse 1991; Robinson 1992).

In recent years, the role of tree fodder in both livestock productivity and the maintenance of hill farming systems has been widely recognized, and more recently, the tree fodder component has emerged as a primary focus of rural development efforts in Nepal. Currently, several government institutions are involved in tree fodder research and development programs. However, evaluation of these programs has repeatedly shown that success in terms of farmer participation in tree planting has generally been less than satisfactory (Gautam 1986; Forestry Services 1992). The reasons for this are complex, but failure to take adequate note of local needs and aspirations, and, therefore, of local knowledge and practices, has been the major contributing factor (Carter, Gilmour 1989; Carter 1991).

During the past decade, a new paradigm has emerged for agricultural research and development relating to resource-poor farming communities, which stresses that innovations are most effectively implemented if they are built around indigenous knowledge and practices (Rocheleau 1987; Chambers et al 1989; Warren 1991). Although the role of farmland tree fodder is becoming increasingly important for both livestock productivity and the stability of hill farming systems, and farmers have had generations of experience in managing them, little attention has been paid to the indigenous knowledge used by the farmers in managing their farmland tree fodder resources in Nepal.

This paper outlines the indigenous ecological knowledge (people's knowledge of the components of established systems that they operate and of interactions amongst those components, and between them and their environment) used by farmers in managing their farmland tree fodder resources. Based on these insights, suggestions are made for appropriate strategies for planning tree fodder research and development programs in the future. Although the information presented in this paper relates to one village development committee (a collection of hamlets spread over an altitudinal range of 500–2000 m having a population of 3500 and comprising 578 households) in eastern Nepal, it is hoped that the analysis will be of relevance to other parts of Nepal and to elsewhere.

Methods

Given the heterogeneous environment that prevails in the hills of Nepal, it is not surprising that the knowledge held by farmers is complex and contradictory. Coping with such knowledge demands a more systematic and objective means of collating, recording, accessing, and evaluating knowledge from a range of sources. This has been achieved through application of the knowledge base systems approach to agroforestry and extension developed by the University of Wales, Bangor and the University of Edinburgh in the UK. The characteristic feature of this approach is the explicit representation of knowledge. The Agroforestry Knowledge Toolkit (AKT)—a software toolkit developed in Prolog, an artificial intelligence programming language—provided an environment for the acquisition, storage, exploration, and evaluation of a tree fodder knowledge base. The knowledge base covered three topics—tree-crop interactions, evaluation of fodder quality, and fodder-management techniques—for which information was obtained from a range of sources. Details regarding techniques for representing knowledge in knowledge base systems and the use of AKT is found in Walker et al (Workshop No. 1. This publication).

The strategy for the creation of the tree fodder knowledge base (an articulated and defined set of knowledge stored on a computer) included two distinct, but interrelated, phases of fieldwork—specification and knowledge acquisition. The specification phase of fieldwork involved (a) a formal survey of 60 randomly selected heads of households to gather basic information held by the community and to generate specific research hypotheses, and (b) a detailed inventory of trees cultivated on the farms of 30 households to obtain quantitative information in order to check general observation, impressions, and verbal accounts.

The knowledge-acquisition phase of fieldwork was based on unstructured interviews, initially from a checklist derived from the specification phase of fieldwork and thereafter from analysis of the previous round of interviews. The fieldwork was, therefore, iterative, moving all the while towards a more complete record of existing knowledge. The entry of new knowledge and modifications to existing knowledge in a growing knowledge base on a portable computer provided a powerful means of driving this iterative process.

The information gathered from interviews was represented in an intermediate knowledge base (a knowledge base containing all statements of fact in natural language) by a set of statements of fact (the smallest unit of knowledge that is useful without reference to other statements of fact, but cannot be broken down into two or more statements; in this context, facts implies perceived rather than absolute truth), with additional information on the conditions under which the statement is believed to apply and sources of information. Originally, the tree fodder knowledge base contained more than 2000 intermediate statements of fact abstracted from an average of four interviews with 40 key informants comprising men and women of two ethnically different groups (Brahamin and Limbu) living at low, middle, and high altitudes. These intermediate statements of fact were formalized through the application of a grammar based on four elements (object, processes, attributes, and values) and four relationships between the elements (attribute value statements, causal statements, link statements, and comparison statements). The objectives of formalism were (a) to allow automatic reasoning of the knowledge in the knowledge base, and (b) to allow explicit and unambiguous representation of knowledge.

In the process of formalism, any repetition of sentences was redundant, compound sentences were broken down,

and any inconsistencies and ambiguities associated with the meaning of terms were made explicit. This process allowed rigorous analysis resulting in explicit and unambiguous representation of knowledge in the knowledge base. The end product of formalization was a significantly compacted and succinct statement of the formal knowledge base (a knowledge base in which statements of fact are represented in a formal notation that allows automatic reasoning with that knowledge) consisting of 750 formal statements of fact.

The following section evaluates some of the knowledge in the knowledge base relating to tree–crop interactions, evaluation of fodder quality, and fodder management techniques.

Farmers' Perceptions and Knowledge of Cultivation, Management, and Use of Farmland Trees

Species Composition and Diversity

The inventory data revealed that a great variety of tree species are managed on farmland by the farmers. From the 30 sample households, a total of 8821 plants comprising 153 species were recorded within the altitudinal range 500–2000 m. Of these, 79 species were recorded as fodder, 46 species as fuelwood and timber, and 28 species as fruit trees. Categorization of the species recorded in the inventory by type revealed that of the 153 species, 106 fell in the tree category, 44 were shrubs, six were bamboo, and three were woody vines.

At lower elevations (<1000 m), a total of 81 species were recorded, of which 47 were fodder producing, slightly more than at higher elevations (>1600 m) where 72 species were recorded of which 32 were fodder producing. The population of all plants at both elevations were dominated by five species: *Alnus nepalensis* (21.3% of the total 6632 plants recorded), *Ficus neriifolia* (13.8%), *Leucosceptrum canum* (10.6%), *Prunus cerasoides* (2.9%), and *Ficus auriculata* (2.1%) at higher elevations, and *Vitex negundo* (16% of the total 2189 plants recorded), *Bauhinia purpurea* (13.8%), *Rhus parviflora* (12.1%), *Artocarpus lakoocha* (7.5%), and *Bridelia retusa* (5.6%) at lower elevations. These dominant species accounted for more than 50% of the total numbers recorded at both elevations.

A simplified rating of all species for major tree products (fodder, fuelwood, and timber) recorded in the inventory revealed that each of the dominant species at both elevations supply at least two or more important products to households. The complex nature of the farming systems practiced in the study area, in which crops, livestock, and trees are inextricably interwoven, necessarily puts a multiplicity of demands on tree products. This may partly explain the reason for favoring those species that supply multiple products to meet the farmer's tree product needs. It is interesting to note that, although *Leucosceptrum canum* is extensively managed as a small shrub on crop terrace risers at higher elevations, and *Rhus parviflora* and *Vitex negundo* are used as live fencing along field boundaries and in areas susceptible to landslips (especially *Vitex negundo*), and are clearly very important agroforestry species (at least in the study village), there is no mention of these species in forestry- or agroforestry-related research and extension literature concerning Nepal.

Farmers' Perceptions and Knowledge of Tree Planting

Source of seedlings

The variety of sources from which farmers reported obtaining seedlings reflects their resourcefulness and active involvement in tree planting. Three sources of seedlings were mentioned—natural regeneration, government nursery, and personal cultivation. Of these, natural regeneration of seedlings—which is preferred—was by far the main source; seedlings were either collected as wildings (wild seedlings, 65% of farmers) or protected and managed where they occurred naturally (in-situ managed seedlings, 88% of farmers). During the inventory, 58% of plants were recorded as in-situ managed seedlings, 11% as wilding transplants, and 7% as having been grown personally; the origins of 22% were uncertain.

It is often assumed that a lack of good-quality seedlings and the unavailability of desirable species in government nurseries are the main reasons for poor uptake (Panday et al 1991). However, despite the existence for over 10 years, of a well-run district forest nursery in the heart of the study village, only 16.6% of farmers said that they had used the nursery, and <2% of the total plants were recorded in the inventory as having come from the nursery. The reasons for the low incidence of nursery seedlings found on farmers' land were related to (a) government forest legislation (farmers were uncertain about ownership of trees derived from government nurseries), and (b) farmers' familiarity with and management knowledge of wildings, which are well adapted to the local environment. Although nursery seedlings may have higher genetic potential than wildings, and there may be potential advantage in planting selected genetic material, the major species used by farmers have not been the subject of tree-improvement work in Nepal.

Some authors (Neville 1987; Yadav 1992) have attributed farmers' ignorance to the low rate of seedling uptake from the nursery, and have emphasized the need to educate farmers about tree cultivation on their farmland. However, analysis of the plant population structure by age and diameter reveals that, of the total 8821 plants recorded in the inventory, 51% were less than five years of age and 53% were less than 5 cm in diameter. These two parameters can be taken as an indication that young trees vastly outnumber old trees, suggesting that farmers have been actively promoting trees in their farmland in recent years, largely by retaining and transplanting naturally regenerated wildings. The findings of this study have important implications for future program planning. A vast amount of money is currently being invested in the establishment of nurseries and 'farmer training and motivation' in forestry-development programs in Nepal. The fact that farmers themselves are well equipped with a supply of seedlings and are aware of the need to plant trees on their farmland means that a less interventionist strategy may be more appropriate, and that higher returns ought to be expected from resources invested in examining

local needs and knowledge and in developing an effective research and extension system based on this information.

Size of seedlings

Although farmers' opinions varied about the best planting size for seedlings (seedlings here refer to wildings), a large percentage of farmers (92%) said that medium-sized seedlings (about 60 cm tall) were the most appropriate for successful planting as opposed to small-sized (about 20 cm tall) (7%) and large-sized (about 140 cm tall) (1%) seedlings. Typically, planting was performed during the monsoon season by uprooting wild seedlings with a spade. Large seedlings with a well-developed root system are believed to be difficult to uproot, with the associated risk of heavy root damage, which is responsible for seedling wilt and a high rate of mortality. Although small wildings are easier to uproot, they are believed to be suppressed heavily by ground vegetation, and many of these problems are believed to be overcome by using medium-size wildings.

Farmers' perceptions and knowledge of the effect of farmland trees on crops

An enquiry into the effect of trees planted on terraced cropland revealed amongst farmers considerable knowledge of interactions—including above- and below-ground interactions—occurring in their tree-crop based farming systems.

Tree shade and tapkan

Farmers' perceptions of the above-ground interactions are based largely on understanding of the relative shade and *tapkan* (splash erosion effect caused by drops of water falling from the leaves of trees) effects caused by different tree species, and of the implications for crop yield. A combination of tree attributes—tree height, crown thickness (leaf area density), crown size (dimension), crown shape, and leaf size—are used in predicting the impact of a tree species on associated crops. This combination is based on a clear perception of the way in which each tree attribute influences the interactive processes *tapkan* and shade.

An increase in the value of these attributes is believed to increase the intensity of shade and *tapkan* resulting in intense tree–crop interactions. For example, trees with large leaves were considered detrimental to crops if grown on cropland, because large leaves collect large amounts of water, which increases the size of *tapkan* drops; hence, when the leaves fall, they cause splash erosion, which exposes and affects the root systems of the crops and results in crop lodging. *Ficus auriculata* was the most often cited example in this category. In contrast, *Albizia julibrissin* was widely recognized as a tree species that neither cast heavy shade nor caused serious *tapkan* effects because of its small leaves and light crown.

Explanations of the mechanisms of impact on crop plant height, crop stem strength, flowering, grain formation, head size, crop lodging, and crop yield are well developed. For example, tree shade is believed to cause an increase in crop plant height, which causes a decrease in crop stem strength and results in heavy crop lodging. Differences of impact on different crop species and cultivars are known. Poor flowering, poor grain formation, and delayed crop maturity were reported to occur as a result of tree shade. The impact of a range of spatial and temporal factors, for example, the effect of trees on crops in relation to altitude, aspect, and season can be explained. East-facing slopes are considered to receive more sunlight than west-facing slopes during the monsoon, resulting in a smaller shade effect on east-facing slopes. In contrast, north-facing slopes were more affected by tree shade during the winter months than south-facing slopes.

Rukho/malilo character of trees

Farmers' perceptions of below-ground interactions are based largely on an understanding of attributes of tree root systems and their variability between tree species. Understanding of the effects of root attributes on soil nutrients and the soil moisture budget is used as a basis for decision making in managing tree–crop interactions. For example, the depth and spread of tree roots are considered to dictate the degree of competition with crops for soil nutrients and moisture. On this basis, trees are classified either as *rukho* (depress soil fertility) or *malilo* (improve soil fertility). This *rukho/malilo* classification system is used to make decisions about the placement of trees species on farmland.

The tree species falling into the *rukho* category were those with shallow root systems and those with slow leaf decomposition, while the *malilo* type included those species with deep root systems and those with rapid leaf decomposition. *Rukho* tree roots were said to spread into the crop terrace causing a hindrance to ploughing and hence resulting in inadequate land preparation. In addition, water and soil nutrients are soaked up by the roots leaving dry, hard soil under the tree crown. Examples in this category are all species of bamboo (*Bambusa* and *Dendrocalamus* including *Arundinaria* spp.), *Grewia oppositifolia*, *Schima wallichii*, *Pyrus pashia*, *Prunus cerasoides*, and *Rhus parviflora*. Soils around *malilo* trees were reported to be soft, light, and loose, and were considered fertile by the farmers. *Albizia julibrissin*, *Bauhinia purpurea*, *Alnus nepalensis*, *Acacia catechue*, and *Melia azadarach* are widely recognized as *malilo* trees by the farmers.

Farmers' Perceptions and Knowledge of Fodder Quality

Posilo/kam posilo classification

The reasons for growing a variety of tree species on farmland and for farmers growing more of certain species and less of others are complex. When asked to explain their choices, in relation to tree fodder, responses fell into four categories: (a) differences in livestock preference for different fodder tree species, (b) differences in nutritive value of different fodder tree species, (c) availability of fodder from different species at different times of the year, and (d) the number of times per year a particular species can be lopped for fodder.

The most common terms used locally for describing fodder quality are *posilo* (nutritious fodder) and *kam posilo* (less nutritious fodder). *Posilo* fodder (eg, *Ficus auriculata*, *Ficus neriifolia*, *Bauhinia purpurea*, *Artocarpus lakoocha*, and *Bambusa nutans*) is believed to make animals strong, to increase milk and ghee production, to be very palatable for

animals, and to satisfy animals' appetites, whereas *kam posilo* fodder is believed to reduce animal body weight, to reduce milk production, and to be less palatable for animals. A simplified rating of fodder characteristics in terms of the degree of *posilo* of a particular fodder reveals that, of the total 79 fodder species recorded in the inventory, 34 were considered *posilo* and 41, *kam posilo* (there was disagreement among informants for four other species). However, it should be noted that categorization of fodder into *posilo* and *kam posilo* may well be an oversimplification, because what is considered as *kam posilo* for one class of livestock may be *posilo* for another type of animal. For example, *Rhus parviflora*, *Melia azedarach*, and *Pyrus pashia* are considered as *kam posilo* fodder for cattle and buffalo, but as *posilo* fodder for sheep and goats. Analysis in terms of animal type of the 34 species listed as *posilo* fodder show that 24 species were considered as *posilo* fodder for all classes of animal, while 10 were considered as *kam posilo* for cattle and buffalo, but as *posilo* for sheep and goats.

Some species are valued for retaining their foliage late into the dry season. For example, *Coronus oblonga* and *Saurauia napaulensis*, though considered relatively poor-quality fodder are maintained on farms because they retains foliage late into the dry season and provide much-needed green fodder at critical times of the year. The rate of regrowth after lopping in certain species, eg, *Prunus cerasoides* and *Grewia oppositifolia* (both considered low-quality fodder) is said to be very rapid. These species are valued because they can be lopped at least twice a year and hence produce a large amount of fodder.

Chiso/obano classification

Farmers often recognize tree fodder as being *chiso* (cold and wet) or *obano* (dry and warm), and this *chiso/obano* knowledge system is used to evaluate fodder quality. *Obano* fodder was said to be eaten well by livestock, often causing constipation if fed in excess, whereas *chiso* fodder was reported to be less palatable, often causing diarrhoea, particularly during cold months. The common practice reported was to feed the desired mix of *chiso* and *obano* fodder.

Of the 79 fodder species recorded in the inventory, a large number were said to be neither *chiso* nor *obano*, and only a few species were mentioned as being purely *obano* (*Leucosceptrum canum*, all species of bamboo, *Albizia julibrissin* and *Artocarpus lakoocha*). None of the species was said to be purely *chiso*, but the character of a given tree species was believed to become increasingly *obano* as the leaves mature. For example, *Ficus auriculata*, *Ficus neriifolia*, and *Brassiopsis* spp. were considered to be *chiso* from mid-December to mid-February and, therefore, to be less palatable to animals, to cause diarrhoea, and to reduce milk yield. These species were said to be *kam posilo* at this time of the year; however, as the leaves mature, the *obano* character increases and these species are generally considered to be *posilo* fodder for most of the year.

Knowledge of intraspecies variation

An important point emerging from this study is that a number of fodder tree species identified as single taxonomic units by botanists and foresters are said by farmers to occur as different varieties with differences in fodder quality and management options. At least four species (*Ficus neriifolia*, *Ficus auriculata*, *Bauhinia purpurea*, and *Ficus lacor*) are recognized by the farmers as existing in two different varieties. Farmers distinguish these largely by reference to differences in tree phenology, relative palatability for livestock, nutritive value, and *chiso/obano* character. For example, *Ficus neriifolia*, known locally as *Dudhilo* was observed to have two distinct varieties known as *Sano Pate Dudhilo* and *Thulo Pate Dudhilo*. *Sano Pate Dudhilo* was observed to have small, elongated leaves with pointed tips, and was said to shed leaves early in the dry season, regrow rapidly after lopping, and be able to withstand two to three loppings per year. *Thulo Pate Dudhilo* was observed to have large, roundish leaves with flat tips, and was said to retain leaves late into the dry season, regrow relatively slowly, and be able to withstand only one lopping per year. *Thulo Pate Dudhilo* was considered to be the relatively more palatable and *posilo*, and the less *chiso*.

While these varietal differences are noted, fodder-improvement work based on such information has not received attention because this knowledge is not known to many forestry professionals in Nepal. Research to investigate whether the varietal differences recognized by the farmers are genetic differences or simply variations in provenance would certainly be worthwhile in planning future tree fodder improvement programs.

Farmers' Knowledge of Management of Farmland Tree Species

Location of trees on farmland

Eight different site types were recorded as being used by farmers for tree planting on farmland. These included *bari* land terrace riser (the wall between two terraces), field boundary, gullies or drainage ways, homestead/cattleshed, *pakho* (marginal) land, *allaichii bari* (cardamom plot), *nagi* (privately owned upland grazing land), and *kharbari* (land kept aside for growing thatch grass). Of these, the most commonly used were *bari* land terrace risers, gullies or drainage ways, and field boundaries. Of particular interest was the consistency in the choice made by farmers about where to place particular types of tree within their farmland. A large percentage of farmers (85%) used terrace risers almost solely for growing tree fodder; field boundaries were used almost equally for fodder, fuelwood, timber, and bamboo. Although gullies were mainly used for bamboo, a number of farmers also used this type of site for fuelwood, timber, and fodder trees.

It is generally assumed that the small size of landholdings is a major constraint to tree planting in Nepal. However, what emerges from this study is that farmers are very selective and precise in their selection of particular types of tree species for specific sites within their farmland, indicating that the availability of types of farm site that farmers consider suitable for tree planting may be more important in determining tree planting than the total size of landholdings.

When asked if there were any particular reasons for planting a particular type of tree on specific farm sites, distinct explanations were given. The patterns of tree species

location that emerge may be explained in terms of primary use, farmers' perceived needs, their knowledge of the *posilo/kam posilo* and *rukho/malilo* character of different tree species, and convenience (management and use). For example, the main reasons given by the farmers for cultivating tree fodder on *bari* land terrace risers concerned farmers' perceived needs, the value of tree fodder, convenience in terms of proximity to the homestead, protection against theft, livestock during the off season, ease of management, harvest, and the high fertility status of the terrace risers. As *bari* land is fertilized annually with farmyard manure and compost to promote crop production, it is perhaps the most fertile type of land available for tree planting. Bamboos are considered by the farmers to be *rukho*, and this was cited as a major reason for planting bamboos away from crop terraces, along gullies, to avoid excessive competition with agricultural crops.

Knowledge of tree fodder management

Nepal is one of the few countries where trees are managed primarily for the fodder they produce. Trees are lopped and carried to stall-fed animals. Leaves and twigs are fed to the animals and the left-over branches are used as fuelwood. Farmers' opinions concerning the timing of fodder lopping and the frequency at which particular fodder trees should be lopped are complex. Several factors were said to influence timing and frequency. Fodder toxicity, time of leaf shedding, nutritive value, and palatability were considered important in the timing of lopping, whereas the ability of a particular tree species to withstand frequent lopping and the rate at which a particular tree species put on regrowth after lopping were mentioned as important factors affecting the lopping frequency.

Certain species are reported to be toxic at certain times of the year. For example, if *Bridelia retusa* and *Albizia julibrissin* were fed to animals during the flushing stage known locally as *paulo*, the consequences could be fatal. As certain foliage, notably the leaves of *Ficus neriifolia* and *Ficus lacor* were said to stick in animals' throats (*gala lagne*), if fed at the flushing stage, it is avoided at this time. The rate of regrowth after lopping in some species was stated to be rapid and to be associated with an ability to withstand frequent lopping (eg, *Grewia oppositifolia*, *Ficus neriifolia*, *Coronus oblonga*, and *Prunus cerasoides*); therefore, these species are lopped more than once a year. Other species, despite their rapid rate of regrowth after lopping are considered susceptible to diseases if lopped frequently and are therefore lopped only once a year (eg, *Ficus auriculata*). Similarly, some species are known to farmers to shed their leaves earlier, and others to retain their leaves late into the dry season; these are lopped accordingly. Some species are said to become less nutritious and unpalatable as the leaves mature (*Bridelia retusa*), but others remain nutritious and palatable (*Artocarpus lakoocha*); again, the time of lopping of these species is arranged accordingly.

Discussion and Conclusions

This paper has described the relationships that exist between people and trees and the farmland tree resource management practices employed by farmers in the rural village in Nepal. It is clear that farmers have an intimate knowledge of the way in which trees can be incorporated to advantage into their local farming systems. They often combine a wealth of different tree species into their agricultural system and they deliberately manage trees on their farmland based on their intimate knowledge of tree–crop interactions, the products they require, and the perceived value of the species concerned. The understanding that can be derived from consideration of this study has important implications for future tree fodder research and development programs.

The recently completed 25-year master plan for the forestry sector in Nepal places considerable emphasis on the encouragement of tree planting on farmland (Anon 1988). As a result, several government institutions are involved in promoting tree planting on farmland with considerable emphasis being given to the supply of seedlings, and farmer training and motivation. However, in light of the understanding gained through this study, these programs seem to have been advocated in the absence of information about local views and knowledge. The evidence that farmers are increasingly promoting trees on their farmland quite independently of any outside inputs and extension by government agencies, raises the question as to whether the perceptions of many development professionals and researchers regarding the need to educate farmers in tree planting is a valid assumption. The evidence from this study suggests that the assumption must be reevaluated, at least in some parts in the eastern hills of Nepal.

Systematic research on tree fodder remains in its infancy in Nepal. As the basic information required to formulate research plans is scarce, a clear research strategy is lacking. In this context, this study has demonstrated the value of indigenous knowledge research in providing a basis for developing an appropriate research strategy. For example, the study has provided insights into farmers' current knowledge about tree–crop interactions and what research could be done to improve the farmers' ability to manage these interactions. Shade and *tapkan* are now thought to reduce crop yield, and tree attributes such as crown thickness, crown and leaf dimensions, and height are known to influence shade and *tapkan*. Also, it is now known that farmers view these as primary issues for consideration in managing tree fodder on farmland, indicating that tree architecture is an important area of consideration in planning tree fodder research in the future. In the absence of such information in the past, researchers have tended to follow a more conventional approach to tree fodder research, often emphasizing survival and growth rates, and total foliage production as important parameters.

The tree species that foresters and botanists have identified as single taxonomic units, but which farmers recognize as occurring in different varieties providing variations in fodder quality and different management options, have important implications in future tree fodder research and development work. The knowledge articulated by the farmer about intraspecies variation in this context provides a sound basis for developing an appropriate research strategy for future tree fodder improvement work in Nepal.

It is clear that researchers and development professionals should take into account the knowledge that exists in farming communities. It is a sad reflection that this topic has received little serious attention in Nepal and that very little indigenous knowledge is being researched by Nepali researchers. Indigenous knowledge research is certainly an area of scholarship that deserves to receive much more attention from researchers and development professionals. In the long run, university and training institutions may also benefit by including this topic in their curricula.

The iterative approach to knowledge acquisition using the knowledge base system approach has been shown to provide a more coherent, consistent, comprehensive, and, therefore, more useful record of knowledge than could be obtained using conventional approaches such as rapid rural appraisal. The knowledge base system drives incremental knowledge acquisition based on an iterative evaluation of the knowledge bases created. Once created, knowledge bases can be maintained and updated as a record of current knowledge.

Further evaluation of the tree fodder knowledge base created during this study in terms of the extent to which knowledge in the knowledge base is representative of the wider community, to which it is complementary or contradictory to professional knowledge, and to which it is predictive is currently underway. Early indications suggest that farmers' knowledge is complementary and predictive, and, with the exception of species-specific information related to altitude, consistent across ethnic and gender groups, indicating that farmers' ecological explanations of more fundamental processes may not vary significantly.

Acknowledgements

This paper is based on B Thapa's PhD research on farmers' knowledge of tree fodder resource management on private farmland. He wishes to acknowledge the British government, the Overseas Development Administration (ODA), and Pakhribas Agricultural Centre for providing financial support for this research.

References

Anon. 1988. Master plan for the forestry sector. Kathmandu, Nepal: HMG/ADB/FINNIDA. 29 pp.

Carter AS, Gilmour DA. 1989. Increase in tree cover on private farmland in central Nepal. Mountain Research and Development 9(4):381–391.

Carter EJ. 1992. Tree cultivation on private land in Nepal's middle hills: an investigation into local knowledge and local needs. Oxford Forestry Institute (OFI) Occasional Paper No. 40. Oxford, UK: Department of Plant Sciences, University of Oxford. 55 pp.

Chambers R, Pacey A, Thrupp LA (eds.). 1989. Farmers first: farmer innovation and agricultural research. London, UK: Intermediate Technology Publication Limited. 218 pp.

Forestry Services. 1992. Evaluation of on-farm tree planting programme: impact and future needs. Kathmandu, Nepal: Forestry Services. 57 pp.

Gautam KH. 1986. Private planting: forestry practices outside the forest by rural people. Forestry Research Series Paper No. 1. Kathmandu, Nepal: HMG(N)/United States Agency for International Development (USAID)/Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ)/International Development Research Centre (IDRC)/Ford Winrock Project. 12 pp.

Gilmour DA, Nurse MC. 1991. Farmers initiatives in increasing tree cover in central Nepal. Paper presented at an international workshop on socio-economic aspects of tree growing by farmers, 11–14 March 1991, Institute of Rural Management, Anand, India. 19 pp.

Neville GA. 1987. Survey of private fodder tree planting. Banko Janakari 1(3): 30–31.

Panday KK, Schreier H, Berch S. 1991. Fodder tree research initiatives. Pages 267–275 *in* Proceedings of the Jikhu Khola watershed on soil fertility and erosion issues in the middle mountains of Nepal (Shah PB, Schreier H, Brown SJ, Riley KW, eds.). Kathmandu, Nepal: International Development Research Centre (IDRC).

Robinson PJ. 1992. Indigenous knowledge in agroforestry systems in Nepal. Paper presented at the workshop on indigenous management of agriculture and natural resources, 8–9 June 1992, Kathmandu, Nepal. 13 pp.

Rocheleau DE. 1987. The user perspective and the agroforestry research and action agenda. Pages 59–87 *in* Agroforestry: realities, possibilities and potentials (Gholz HL, ed.). Martinus Nijhof Publishers.

Shrestha NP, Sherchand L. 1988. Role of livestock in Nepalese farming system. Paper presented at the VI World Conference of Animal Production, 27 June–1 July 1988, Helsinki, Finland. 83 pp.

Tulachan PM. 1985. Socio-economic characteristics of livestock raising in Nepal. Natural Resource Management Research Paper No. 1. Kathmandu, Nepal: HMG(N)/United States Agency for International Development (USAID)/Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ)/International Development Research Centre (IDRC)/Ford Winrock Project. 27 pp.

Warren DM. 1991. Using indigenous knowledge in agricultural development. Discussion Paper No. 127. Washington, DC, USA: The World Bank. 48 pp.

Yadav BD. 1992. An assessment of farmer's knowledge of fodder in Jumla. Pages 26–30 *in* Proceedings of the fourth meeting of the working group on fodder trees, forest fodder and leaf litter (Amatya SM, Danbury D ed.). Kathmandu, Nepal: Forest Research Division.

La prise de risque dans les stratégies paysannes

Mollard Eric
ORSTOM, Laboratoire d'études agraires, BP 5045, 911, avenue d'Agropolis, 34032 Montpellier cedex 1, France

Résumé

La notion de risque a amélioré notre perception des contraintes et des objectifs des agriculteurs. Mais les formalisations probabilistes restent peu opératoires et peu explicatives des décisions agricoles. Plutôt que l'analyse fréquentielle, l'auteur privilégie l'information d'un événement certain. Selon les exploitations agricoles, l'information sur une même variabilité peut être interprétée comme une contrainte, avec révision à la baisse des objectifs de production, ou bien elle peut servir à prendre des paris ou encore à saisir une opportunité sans péril. Si l'incertitude traitée comme telle est peu fréquente dans les décisions des agriculteurs, quelques exemples montrent qu'il en est de même du danger. En premier lieu, au niveau de l'exploitation agricole, l'ensemble des pratiques culturales neutralise le risque. En second lieu, tout ou partie du risque peut être reporté ou pris en charge en dehors de l'exploitation agricole par l'environnement institutionnel. Le danger n'est alors réel que dans des situations particulières, soit dans des stratégies de pari économique, soit quand il est socialement imposé.

Mots clés

Agriculture paysanne, agriculture tropicale, culture vivrière, décision, intensification agricole, pratique culturale, risque, stratégie, système de culture, système de production.

Abstract

Risk accountability in farmers' strategies

The consideration of the notion of risk has improved our understanding of the objectives and constraints influencing farmers. But formal probability analyses give only a poor explanation of the factors underlying decisions in agriculture and are of little use. In frequency analyses, the author emphasizes the events that actually take place. Varying as the individual farm, information about the same variable may be interpreted as a constraint, with a downward revision of production targets, or it may serve as a basis of risk-taking, or as an opportunity to be seized without risk. If uncertainty is seldom dealt with as such in farmers' decision-making, several examples show that there is a resulting danger. In the first instance, at the farm level, the combination of cropping practices tends to neutralize the risk; in the second, all or part of the risk can be delayed or accounted for elsewhere in the institutional environment rather than on the farm. The danger is therefore only real in specific situations, either in the economic risk strategies pursued, or when it is imposed by society.

Introduction

Depuis une vingtaine d'années, la multiplication des études locales dans des situations variées a renouvelé notre perception des décisions agricoles. Même soumise à un contexte social et culturel, l'exploitation paysanne elle-même peut être analysée en tant qu'entreprise (Yung et Bosc 1992). Cette entreprise est affectée par des limitations matérielles (capital ou qualité des ressources). Mais les postulats de rationalité limitée (Simon, 1957) et adaptative (Petit, 1975 ; Brossier, 1989) des économistes insistent sur la connaissance imparfaite de l'agriculteur, de sa situation, des marchés et des conséquences d'un changement. Contraintes matérielles, incertitude, menace de ruine et minimisation du risque sont les éléments principaux d'explication de performances parfois médiocres et d'un relatif immobilisme[1].

La notion de risque comporte la double composante d'incertitude et de danger. On pourrait alors s'attendre à trouver une correspondance étroite entre la dotation d'une

[1] L'hypothèse culturelle de l'aversion au risque n'est pas retenue ici. Par exemple, l'implication des Provençaux dans les productions à risque ne peut être interprétée sans dégager au préalable les bases matérielles de ce comportement. Les validités de l'observation au niveau régional et au niveau des psychologies individuelles sont insuffisantes pour envisager une extrapolation.

structure de production, son engagement dans des activités à risque et le degré d'intensité agricole. Mais de nombreux exemples infirment cette relation. Ainsi ce ne sont pas les entreprises les plus capitalistes, les moins contraintes matériellement et à la recherche explicite d'un profit maximal, qui se lancent dans des activités risquées, en moyenne les plus rentables. A l'inverse, les petites exploitations ne se cantonnent pas à des activités prudentes et peu rentables. Ainsi, en Côte-d'Ivoire, les paysans les plus pauvres ne produisent pas leur vivrier pour l'autoconsommation à la différence des plus dotés et, parmi eux, certains cultivent l'ananas pour l'exportation, culture à forte technicité et à risque élevé.

L'observation des pratiques culturales est un instrument qui place le chercheur en position d'analyser avec l'agriculteur les règles de décision de ce dernier. A partir d'exemples variés, cette communication tente de dégager l'importance du facteur risque au sein de systèmes multidéterminés. La conclusion cerne le domaine de validité de la correspondance entre structure de production et risques et précise les précautions de méthode et les variables pertinentes.

Risque et certitude : un cadre d'interprétation

En agriculture, les sources de variabilité sont innombrables : climat, ravageurs, prix sur les marchés, pénurie de personnel et pannes de matériel. L'importance du climat et de sa variabilité a conduit à de nombreuses représentations[2]. Les probabilités d'ouverture d'une saison des pluies ou de sécheresse en cours de cycle permettent de caler théoriquement un cycle de culture et de décider de la variété et de la date de semis. Cette analyse permet aussi de calculer la probabilité de réussite d'une culture dont la longueur du cycle est donnée (Franquin, 1984).

Le modèle séduit par sa capacité à prendre en compte le risque climatique. Il est possible de le sophistiquer en traitant les pluies utiles ou en simulant la portance du sol (Mollard, 1986, 1988). Mais les règles produites, telles que semer aux premières pluies après le 15 juin, sont incomplètes (quelle décision en saison tardive ?) et, surtout, quelques observations suffisent pour s'assurer que les agriculteurs ne suivent jamais les recommandations statistiques. Toutes les réponses sont possibles, depuis le semis systématique en sec jusqu'à l'établissement des pluies, tactique qui commande le choix d'une variété de cycle court et de performance moindre.

A l'origine, il n'était pas déraisonnable de penser que l'analyse fréquentielle pouvait améliorer la perception du climat. Aujourd'hui, elle est plus un descripteur qu'un modèle d'action. On peut même douter que le concept de probabilité entre en première instance dans les processus de décision des agriculteurs. Pour aborder la décision paysanne, trois types d'information peuvent être définis selon le degré de prévisibilité.

- L'absence ou l'erreur de perception d'un phénomène par l'agriculteur permet de définir le "risque-chercheur", du nom de ceux qui le mettent en évidence : risque de dégradation du milieu, d'une diminution de la biodiversité, d'attaque de criquets (par exemple : Hervé, 1989 ; Gillon, 1989). Au risque de se tromper.
- La connaissance vague d'un événement à venir, mais à caractère unique ou jamais expérimenté, crée une incertitude réelle dont les projets familiaux peuvent tenir compte. Les fronts pionniers en Afrique entrent dans cette catégorie. La fin de la forêt (et des vivriers qui sont associés au défrichement annuel) ou encore les successions après la première génération des planteurs pionniers laissent entrevoir une forte incertitude sur les filières (Chauveau, 1993) et sur les règles de succession (Mollard, 1994). Les périodes de crise sont prévisibles, mais pas les solutions, lesquelles relèvent autant d'un nouveau système technique que de l'invention d'une configuration sociale. C'est le domaine de l'innovation "sociale" qui se distingue du changement individuel fondé sur l'imitation dans un contexte préexistant. Les premiers innovateurs ont à assumer le double risque du changement de leur exploitation (comment fonctionnera-t-elle ?) et des filières. C'est aussi le domaine des situations jamais expérimentées auparavant comme la sécheresse au Sahel, les réponses à donner étant au-dehors du champ des régulations habituelles (Milleville, 1989).
- Quand l'événement s'est répété dans le passé, la connaissance d'un phénomène aléatoire relève, pour le chercheur, de la probabilité. Pour l'agriculteur, l'événement va survenir un jour ou l'autre. Cette certitude du "on sait qu'on ne sait pas" fonde ce que l'on pourrait appeler le "risque certain". Même le contrôle d'un élément, par exemple l'irrigation dans une zone désertique, n'empêche pas que le reste de l'information reste incomplet. Ce degré zéro de l'information est donc le plus répandu.

Le risque sans danger

Si le risque est considéré davantage comme une certitude, les exploitations agricoles choisissent un mode de fonctionnement dans lequel le danger est quasi nul. Les solutions retenues sont variées.

Les types de réponse paysanne

Le croisement entre sécurité et revenu définit quatre types de culture. Chaque choix illustre les réponses paysannes, mais celles de danger réel s'opposent nettement à celles de danger nul. Parmi ces dernières, nous détaillons deux solutions courantes, le système de pratiques et le partage institutionnel du risque.

Le cours des cultures hautement rentables et sûres est relativement stable. Leur rentabilité donne les moyens d'une forte artificialisation du milieu qui soustrait les rendements aux aléas de la production. Rentabilité et sécurité ne sont

[2]Les économistes ont poussé assez loin la formalisation du risque, telle la recherche opérationnelle. L'utilisation des probabilités conditionnelles et la mise au point de notions telles que la probabilité subjective, l'utilité et la ruine (Brossier, 1989) ont précisé le domaine d'application du risque.

compatibles qu'en étant l'objet de quotas de production (betterave sucrière, canne à sucre, fraise en Amérique latine, asperge en Asie du Sud-Est).

Au bas de l'échelle des rentabilités, les "cultures de fond" jouissent d'une sécurité relative des cours (céréales, plantations paysannes). D'investissement par hectare faible, de prix souvent garantis et de pratiques culturales peu sophistiquées, par conséquent de risque plutôt réduit, ce sont les cultures paysannes par excellence.

Les productions peu sûres et de faible revenu concernent des cultures d'opportunité ou de rattrapage. C'est le cas du pois chiche au Mexique (Mollard, 1992 b).

Les cultures de rapport avantageux et à haut risque sont les productions maraîchères de plein champ destinées aux marchés nationaux et hors quota (tomate, pomme de terre, également ananas hors quota). Ce sont des cultures périssables pour lesquelles la variabilité de revenu dépend à la fois des prix et du risque agronomique. Le capital ne sert pas seulement à avancer les frais de culture qui sont importants, mais aussi à éponger les dettes en cas de mévente.

Pour ceux qui disposent de ressources propres, les fluctuations de revenu peuvent faire l'objet de paris qui, réussis, sont à l'origine de fortunes considérables. Les capitaux initiaux proviennent souvent d'une activité citadine ou de commerçant-producteur. Les premières accumulations sont orientées vers l'achat de biens immobiliers, terres et maisons, pour faciliter les emprunts et pour étendre le domaine. Mais les faillites sont aussi réelles et assez fréquentes au Mexique.

Pour les petits producteurs qui n'ont ni les moyens de tels investissements, ni la capacité d'assumer une éventuelle ruine, tout danger doit être réduit à néant. Plusieurs solutions répondent à cet objectif, sans exclure les cultures lucratives et risquées. En effet, deux options permettent de pratiquer une activité à risque et sans danger pour la reproduction de l'exploitation agricole. La première est la culture d'opportunité. Ainsi la récolte des caféiers dans les agroforêts de Sumatra (Mary, 1989) ou l'extension de surface en manioc en Côte-d'Ivoire (Mollard, 1992 a) surviennent lors des cours élevés. Le risque induit par la chute des prix est nul du fait qu'il n'y a aucun investissement autre que le travail familial, ni remise en cause des productions autoconsommées de l'année à venir. La seconde option est l'environnement institutionnel (cf. infra).

Mais d'autres moyens rendent le danger nul. C'est le cas d'une agriculture extensive qui est conditionnée soit par l'abondance d'un facteur de production, soit par le risque qui conduit à une révision à la baisse de tous les objectifs de production. Une autre solution est simplement de garder en réserve des ressources, alimentaires ou financières, pour être en mesure de passer une année difficile. Sautier (1989) propose une catégorisation élégante : dispersion, évitement et contournement des risques (tableau I). En effet, les aménagements collectifs, sans résulter directement du risque, peuvent être conçus en tenant compte d'une contrainte particulière (murettes ajourées pour limiter les effets du gel dans les Andes). Enfin, c'est un ensemble de pratiques qui, au prix d'une diminution parfois imperceptible des performances agricoles, garantit le passage des mauvaises années.

Tableau I. Trois types de réponse paysanne au risque dans les Andes (Sautier, 1989).

Dispersion	Atténuer les effets	Systèmes de pratiques
Evitement	Agir sur les causes	Aménagements
Contournement	Se placer hors d'atteinte	Intensification des étages de basse altitude

Le risque dilué : le système de pratiques

Les pratiques culturales forment un ensemble où chaque composante prend en charge une part du risque global. La dilution du risque au sein des différents niveaux de décision fait de ceux-ci un tout indissociable quant au risque (Chatelin *et al.*, 1993). Cette interaction porte sur la diversité des milieux exploités, le choix des types de cultures et le degré d'intensification. Il est impossible de comprendre les performances agricoles d'un système de culture sans prendre en compte son rôle particulier dans la gestion du risque global. Les relations entre cultures commerciales et d'autoconsommation en sont un exemple. Les petits paysans de l'altiplano mexicain produisent du sorgho de manière intensive alors que le maïs présente un rendement anormalement bas. Les rendements nationaux de 1979 en sont un bon indicateur : sorgho 3,4 t/ha, maïs 1,5 t/ha. La conjugaison au sein de la même petite exploitation agricole de deux conduites, l'une intensive, l'autre extensive, montre leurs liens fonctionnels en termes de risque. Si l'intensif plus risqué est permis par l'extensif assuré, l'extensif est facilité par les apports financiers de la conduite intensive.

Le choix d'une pratique culturale dépend de la situation de l'agriculteur. Un grand producteur qui dispose de terres drainantes de coteaux attend systématiquement l'installation des pluies, quitte à choisir une variété à cycle court. Ce caractère tardif et peu performant peut aussi résulter des retards dans l'octroi des crédits de campagne ou d'un engagement dans une culture spéculative. Au contraire, le petit agriculteur n'hésite pas à semer en sec, assez profondément cependant pour éviter des levées intempestives. Cette pratique a l'avantage de libérer la main-d'œuvre au moment des premiers sarclages. Mais il n'est pas rare de ressemer plusieurs fois. Dans ce cas, il est impossible d'utiliser une variété achetée et c'est donc sur la récolte précédente que sont prélevées les semences.

Les pratiques opèrent en tant que système régulé. Dans chaque situation particulière, les agriculteurs sont en mesure de préciser les règles de décision. Les pratiques montrent également que, non seulement la diversité de réponse n'est pas prévue par la formalisation statistique, mais que ce sont les petits producteurs qui prennent "apparemment" le plus de risque. Le risque et le danger ne sont qu'apparents tant que l'agriculteur est placé dans une situation expérimentée de régulation.

Le risque partagé : exploitation agricole et environnement institutionnel

Les faibles performances de la fraise d'exportation au Mexique (rendement moyen de 20 t/ha alors qu'en Californie on dépasse les 60 t/ha) illustrent le rapport entre degré d'intensification et risque. Mais elles montrent aussi

que le risque est directement lié à l'environnement régional.

L'écart considérable de performances n'est pas attribuable à un manque d'information, pour deux raisons : les ouvriers et contremaîtres en Californie sont des Mexicains dont une partie va et vient entre les deux zones de production ; l'Union des producteurs de fraise au Mexique est très active pour importer et adapter les techniques de paillage plastique, de choix de cultivars et de traitements phytosanitaires. Au Mexique, on pourrait augmenter facilement la productivité, mais le risque de l'investissement y est trop élevé faute d'un environnement institutionnel adéquat. Un itinéraire technique de très haute technicité avec les investissements conséquents ne peut souffrir de la moindre panne ou pénurie de matériel. Or les ateliers de réparation au Mexique et les magasins de produits commerciaux sont trop souvent en rupture de stock. Atteindre 60 t/ha au Mexique est une gageure qui ne peut être relevée.

Les structures de production ne peuvent être découplées de leur environnement institutionnel. C'est le cas de la fraise, mais cet environnement peut jouer un rôle actif et positif dans la compensation et le partage des risques. Sans entrer dans les détails, signalons trois types de contexte positif :

- les rapports sociaux de production, qui incluent les différents métayages et contrats entre les acteurs de la production ;
- les rapports aux institutions gouvernementales, en particulier dans les gouvernements populistes où la possibilité de non-remboursement d'un crédit (possibilité qui reste exceptionnelle en général) autorise un risque d'intensification sans danger ; dans ces pays, les petits paysans montrent de bonnes performances avec des itinéraires techniques qui combinent mécanisation, attelage et opérations manuelles ;
- les assurances de tous types ou les indemnités, impôt sécheresse, etc., garantissent les investissements individuels contre les événements exceptionnels (rupture de digue, cyclone, etc.).

L'imprévisibilité d'un événement est traduite par les agriculteurs en événement certain, traitée comme une contrainte permanente. Les réponses sont diverses selon les situations, mais aussi selon les capacités de l'environnement institutionnel. Dans la plupart des cas, le risque d'une menace réelle sur l'intégrité de l'exploitation est nul. Le risque change alors de nature. Se préserver de l'adversité étant acquis, le risque est celui de ne pas maximiser le revenu. Même s'il est utopique de l'envisager par les temps actuels, la fixation de prix de vente des produits agricoles corrects est la meilleure façon de lutter contre le risque et de favoriser l'intensification du fait qu'une accumulation préalable donne les moyens pour passer une période difficile.

Les situations de danger réel

Parmi les producteurs où le danger est réel, on distingue ceux pour qui le risque est un pari accepté et d'autres pour qui il est socialement imposé.

Le danger intentionnel : le cas du Mexique

Au Mexique, la palette des structures d'exploitation est dilatée, depuis le minifundio jusqu'au grand propriétaire. Or il semble que le risque accepté soit le fait d'une certaine catégorie de producteurs, à savoir les producteurs intermédiaires disposant de 10 à 40 hectares irrigués.

En effet, les petits producteurs manquent de capital pour se lancer dans la tomate. Néanmoins, l'association de jeunes producteurs, entre eux ou avec un commerçant, permet de se lancer quelques années, sur une surface limitée, dans cette spéculation. Au pire, un volume réduit peut toujours être écoulé directement sur le marché de gros. Chez les grands propriétaires, la diversification des activités est souvent liée à des problèmes de trésorerie et de gestion de main-d'œuvre. L'impossibilité légale de dépasser une limite de superficie au Mexique accentue la diversification avec des activités de hors-sol et de fret. Par elle-même, la diversification prémunit contre le risque. Les productions les plus rentables et les plus risquées sont peu mises à profit. Dans certains cas, malgré tout, la spécialisation est préférée. Mais elle est compensée par la grande flexibilité des équipements qui permettent de produire autant du porc et du sorgho que du maraîchage de plein champ ou encore l'entretien d'un troupeau de laitières avec luzerne-céréale (Léonard et Mollard, 1991). La stratégie de ces grands propriétaires est aussi patrimoniale (Moriceau *et al.*, 1993), même au Mexique. Brossier (1989) signale que le risque financier induit par l'endettement suite à l'achat de terre doit être compensé par un risque technique réduit, les céréales par exemple.

C'est parmi les exploitants intermédiaires que l'on note une volonté d'enrichissement rapide. Tous connaissent ou ont entendu parler de fortunes amassées en quelques années. Ceux qui se spécialisent sont des commerçants ou des citadins qui disposent d'un capital initial. Dans la majorité des cas, la chute est rude. Des exploitants plus avisés pratiquent une spécialisation à moindre risque, en pomme de terre par exemple. Mais leur stratégie repose sur la multiplication des étages écologiques ou des zones climatiques à l'échelle du pays. La location de terres dans le centre et dans le nord du Mexique permet de profiter des hauts prix qui suivent les dégâts dus aux gelées.

Le danger socialement imposé : le cas de la basse Côte-d'Ivoire

En basse Côte-d'Ivoire, la palette des structures de production est bien plus réduite qu'au Mexique. Même les grands planteurs de caféiers ou cacaoyers disposent d'un capital d'exploitation réduit. Dans la zone d'approvisionnement d'Abidjan en manioc, son prix fluctue du simple au double. Les réponses au risque économique y sont variées.

Les grands propriétaires, entre 20 à 100 ha, pratiquent un manioc "structurel" relativement intensif (sans engrais néanmoins). Mais ils maintiennent une caféière, même vieillie, pour se prémunir contre les chutes de prix du manioc.

Avec environ 10 ha, les producteurs intermédiaires sont principalement planteurs. Mais, lors des hausses de prix, ils implantent du manioc sur la jachère destinée aux cultures vivrières et sur une partie de la caféière recépée pour l'occa-

sion. Cette stratégie étant partagée dans la zone, elle contribue largement aux fluctuations de prix. Si le prix s'écroule à nouveau, le surplus de travail ne prête pas à conséquence, et le manioc invendu est gardé en terre pour la consommation familiale l'année suivante.

Malgré les fluctuations de prix, deux classes de petits producteurs (environ 5 ha) se sont spécialisées en manioc. Une classe de paysans sans terre prend des locations. Devant les rendre à date fixe, 12 ou 24 mois, ils sont tenus à vendre le manioc qui s'y trouve. C'est aussi le cas de groupes ethniques autochtones spécialisés depuis longtemps dans la production de manioc et qui ne disposent pas de plantations arborées.

Eléments d'interprétation

Les situations où le danger est réel existent. Même dans ces cas, des issues sont ménagées. Dans le cas de la tomate mexicaine, l'intention du risque réel procède moins d'une volonté de maximisation des revenus que d'un objectif de changement radical de statut social. Il s'agit de s'enrichir vite pour devenir un grand propriétaire. Dans cette catégorie entrent les jeunes entrepreneurs qui mobilisent d'énormes moyens familiaux pour accéder rapidement au statut d'industriel (en France, l'entreprise France-Autruche entre dans cette catégorie : un jeune entrepreneur s'est engagé dans de gros investissements pour acquérir d'entrée une position européenne). Les cas de ruine existent, mais la législation est mise à profit pour qu'une faillite d'entreprise ait une moindre répercussion sur le patrimoine familial. Au Mexique, l'achat d'immobilier relève de cette stratégie.

Les situations de danger socialement imposé en Côte-d'Ivoire relèvent en fait d'une agriculture extensive. Pour les autochtones, une chute de prix ne remet en question que le revenu monétaire de l'année, mais pas le patrimoine familial. Pour les paysans sans terre, ils peuvent perdre l'argent des locations et de la main-d'œuvre engagée. Mais leur force tient justement à leur statut originel de paysan sans terre. Tout perdre signifie simplement le retour au dénuement qu'ils expérimentaient auparavant. Par conséquent, le vivrier de vente structurel est une opportunité qui peut donner lieu à une petite accumulation, laquelle se poursuit par la possibilité de cultiver de l'ananas, confirmant les productions vivrières comme la spéculation du pauvre.

Conclusion

Bien d'autres exemples auraient permis de nuancer cette présentation du risque. La mise en perspective du risque évitera peut-être que cette source d'explication des comportements paysans ne devienne le pis-aller de nos insuffisances. Citons les abus liés aux cultures associées dont on loue la productivité et leur rôle contre-aléatoire, ou encore les tubercules andins qui seraient une réponse au risque de gel. En conclusion, l'approche en termes de risque permet de souligner deux points de méthode.

- Le premier est la difficulté d'élaborer des explications dans un système multidéterminé ou systémique. La gestion du travail, la souplesse de trésorerie, les contraintes d'alimentation ou l'incorporation des opportunités font autant un type d'agriculture que le risque. Ce dernier peut être un déterminant primaire (il impose un type de comportement), secondaire (les modalités d'un aménagement ou des pratiques peuvent dépendre du risque) ou enfin tertiaire (le risque n'est absolument pas pris en compte par l'exploitation, même si une action donnée n'est pas neutre en termes de risque). L'analyse des pratiques culturales et des options parmi la palette dont dispose une société rurale est indispensable pour comprendre le comportement et les performances de celle-ci.
- Le second point montre que le risque est une notion globale qui rend solidaires les systèmes de culture entre eux, ainsi que l'exploitation agricole avec son environnement institutionnel. Non seulement l'analyse des stratégies en est rendue plus complexe, mais aussi elle doit se donner les moyens de justifier l'interprétation en termes de risque. Par conséquent, l'analyse des pratiques et le diagnostic cultural doivent être intégrés dans un dispositif de comparaison raisonnée. En particulier, une rétrospective historique est en mesure de mettre en évidence les objectifs des producteurs et de leur famille, et d'approcher leur perception qui s'appuie sur une connaissance des risques passés.

Références bibliographiques

Brossier J., 1989. Risque et incertitude dans la gestion de l'exploitation agricole. Quelques principes méthodologiques. *In : Le risque en agriculture*, P. Milleville et M. Eldin éd., Paris, France, ORSTOM, p. 25-46.

Chatelin M.H., Aubry C., Leroy P., Papy F., Poussin J.C., 1993. Pilotage de la production et aide à la décision stratégique. Le cas des exploitations en grande culture. Cahiers d'économie et sociologie rurales, 28 : 120-138.

Chauveau J.P., 1993. L'innovation cacaoyère. Stratégies d'acteurs, institutions et contextes locaux : la diffusion comparée de la cacaoculture en Afrique de l'Ouest. *In : L'innovation en milieu rural II.*, Montpellier, France, ORSTOM-LEA, p. 135-166.

Gely A., 1989. Une réponse stratégique face au risque en agriculture : les systèmes agroforestiers de l'estuaire amazonien. *In : Le risque en agriculture*, P. Milleville et M. Eldin éd., Paris, France, ORSTOM, p. 309-326.

Gillon Y., 1989. Le risque acridien. *In : Le risque en agriculture*, P. Milleville et M. Eldin éd., Paris, France, ORSTOM, p. 143-152.

Franquin P., 1984. Agroclimatologie et agrométéorologie en zone tropicale sèche d'Afrique. L'Agronomie tropicale 39 (4) : 179-187.

Hervé D., 1989. Systèmes de culture et érosion. L'état de surface du sol, indicateur des risques d'érosion liés aux systèmes de culture. *In : Le risque en agriculture*, P. Milleville et M. Eldin éd., Paris, France, ORSTOM, p. 65-82.

Léonard E., Mollard E., 1991. Caracterización y perspectivas de las agriculturas periféricas. *Relaciones*, 37 (Zamora. Mexique).

Mary F., 1989. La panoplie des stratégies anti-risques dans les exploitations rizicoles et agroforestières de Maninjau. Actions individuelles et garanties collectives. *In : Le risque en agriculture*, P. Milleville et M. Eldin éd., Paris, France, ORSTOM, p. 269-276.

Milleville P., 1989. Risque et pratiques paysannes : diversité des réponses, disparité des effets. *In : Le risque en agriculture*, P. Milleville et M. Eldin éd., Paris, France, ORSTOM, p. 179-186.

Milleville P. Eldin M. (éd.), 1989. Le risque en agriculture. Paris, France, ORSTOM, 620 p. (coll. A travers champs).

Mollard E., 1986. *Types d'années climatiques en Basse Côte-d'Ivoire. Adiopodoumé, 1966-1985.* ORSTOM, 5 p.

Mollard E., 1988. Sintesis agroclimatologica de un pequeno conjunto regional : el Bajio mexicano. ORSTOM.

Mollard E., 1992 a. *Fonctions, pratiques et rendement d'une culture vivrière. Le cas du manioc en basse Côte-d'Ivoire*. Thèse, INA-PG, Paris, France, 124 p.

Mollard E., 1992 b. Les fonctions du maïs dans les systèmes de production au Mexique. Colloque mésoaméricain Systèmes de production et développement rural, Texcoco, Mexique, ORSTOM-Colegio de postgraduados.

Mollard E., 1994. Le poids de l'histoire dans une agriculture pionnière. Les difficultés d'intensification des plantations paysannes dans le Sud-est ivoirien. Journal des Africanistes (à paraître).

Petit M., 1982. Théorie de la décision et comportement adaptatif des agriculteurs. *In : Formation des agriculteurs et apprentissage de la décision*. Actes de la journée ENSAA, p. 1-36.

Sautier D., 1989. Risques agricoles et risques alimentaires : remarques sur un exemple andin. *In : Le risque en agriculture*, P. Milleville et M. Eldin éd., Paris, France, ORSTOM, p. 395-404.

Simon H.A., 1957. *Administration behaviour : Studymaking processive in administration organisation*. Trad. française 1983. Paris, France, Economica, 322 p.

Yung J.M., Bosc P.M., 1992. Schumpeter au Sahel. *In : Documents du Lea* n° 3, Montpellier, France, ORSTOM-LEA, p. 193-221.

La connaissance de la classification et gestion paysanne des terres

Rôle dans l'orientation des actions de recherche et de développement

Kanté Salif ; Defoer Toon
DRSPRS, BP 186, Sikasso, Mali

Résumé

Dans le but de comprendre le système traditionnel de la classification des sols, d'appréhender les critères qui en constituent la base et de déterminer les stratégies paysannes de la gestion des terres, une étude a été menée en milieu minianka, dans le sud du Mali. Les résultats de cette étude montrent qu'il existe deux niveaux de classification : le niveau supérieur et le niveau inférieur. Les principaux critères de classification des terrains du niveau supérieur sont la topographie et la présence d'éléments grossiers, tandis que pour le niveau inférieur les sols sont classés sur la base de leurs contraintes et potentialités. L'aptitude des sols à être labourés après les premières pluies de l'hivernage et leur sensibilité à l'excès d'eau en termes d'adhésivité, qui peut retarder les travaux, sont les principaux facteurs qui forment la base de la classification des terres. L'analyse des stratégies paysannes de gestion des contraintes et potentialités des sols aide à orienter les actions de recherche et de développement dans le domaine de la gestion des terres.

Abstract

Understanding of Smallholder's Land Classification and Management Practices. Role in Orienting Research and Development Action

A study was conducted in the Minianka region in southern Mali to understand the traditional system for classifying soils, its underlying criteria, and farmers' soil management strategies. The results of the study reveal two levels of classification. The upper level includes the topography and large elements, while the lower level classification is based on soil constraints and potential. The main criteria are the possibility of tilling soils after the first rains and soil adhesion due to excess water, which delays tillage operations. An analysis of farmers' practices for managing soil constraints and potential is useful for guiding research and development activities related to soil management.

Introduction

Contrairement aux systèmes universels qui essayent de généraliser et qui ne sont en pratique pas développés par les utilisateurs, les systèmes de connaissance locale sont spécifiques pour des conditions de production locales et ont un rôle importante pour les utilisateurs. Les systèmes de classification paysanne traduisent des capacités ou potentialités de production des ressources. Ainsi, les facteurs limitatifs des systèmes de production forment souvent la base de ce classement (Tabor 1993 ; Pawluk et al., 1992). La connaissance de la perception paysanne donnera la possibilité d'orienter les activités de recherche et de vulgarisation en matière de gestion et de conservation des sols qui répondent mieux aux contraintes et potentialités spécifiques des systèmes de production. Dans ce cadre, une étude sur la classification paysanne des terres a été menée par le Département de recherche sur les systèmes de production rurale (DRSPR) de Sikasso en collaboration avec le Laboratoire des sols de Sotuba, à Bamako.

Les objectifs spécifiques de cette étude étaient les suivants :

- comprendre la structure et appréhender les critères qui sont à la base de la classification paysanne des terres ;
- comprendre les stratégies paysannes de gestion des contraintes et potentialités des terres ;
- déterminer les résultats de ces stratégies en termes de rendement des cultures par type de terre;
- aider à orienter les actions de recherche et de développement dans le domaine de la gestion des terres.

L'étude a été faite au Mali-Sud dans le cercle de Koutiala, plus précisément dans le Siwaa[1] (figure 1).

[1] Le Siwa est une organisation intervillageoise regroupant six villages et comptant environ 6 500 habitants, tous agropasteurs, appartenant en majorité à l'etnie *Minianka* et répartis sur une superficie totale de 16 605 ha (Touré et *al.*, 1992)

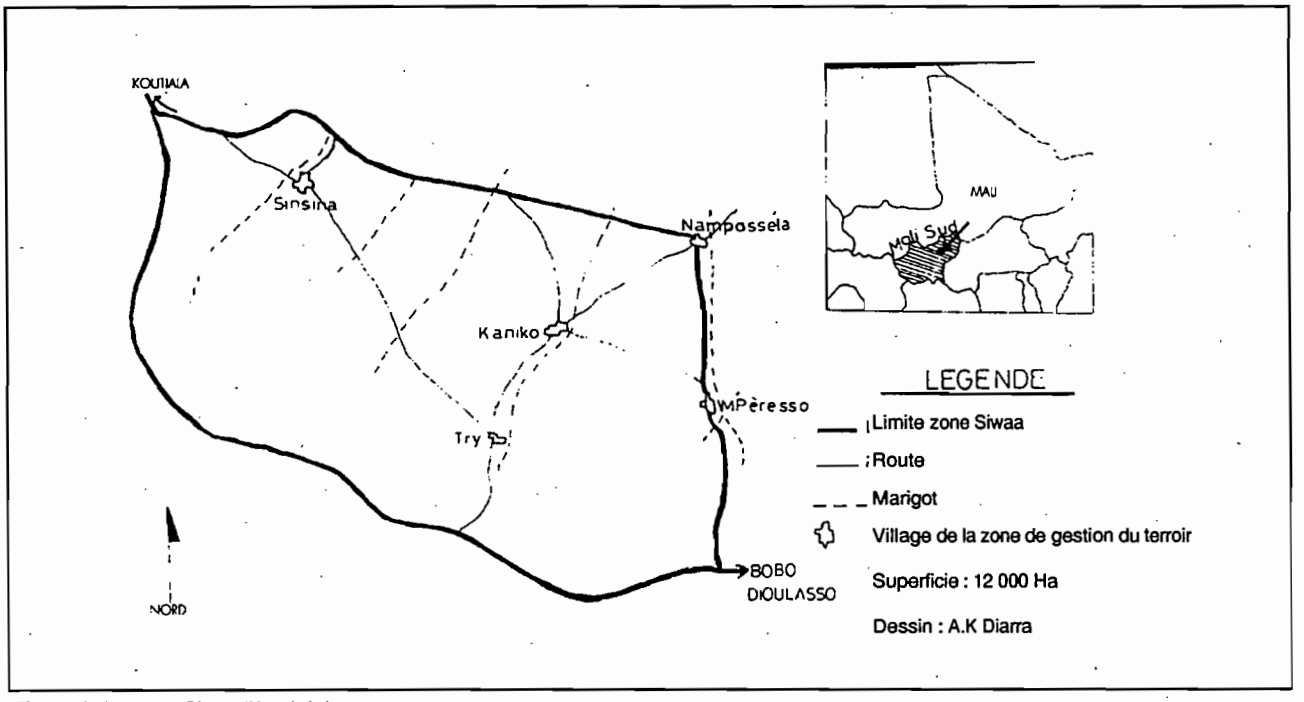


Figure 1. *La zone Siwaa (Koutiala).*

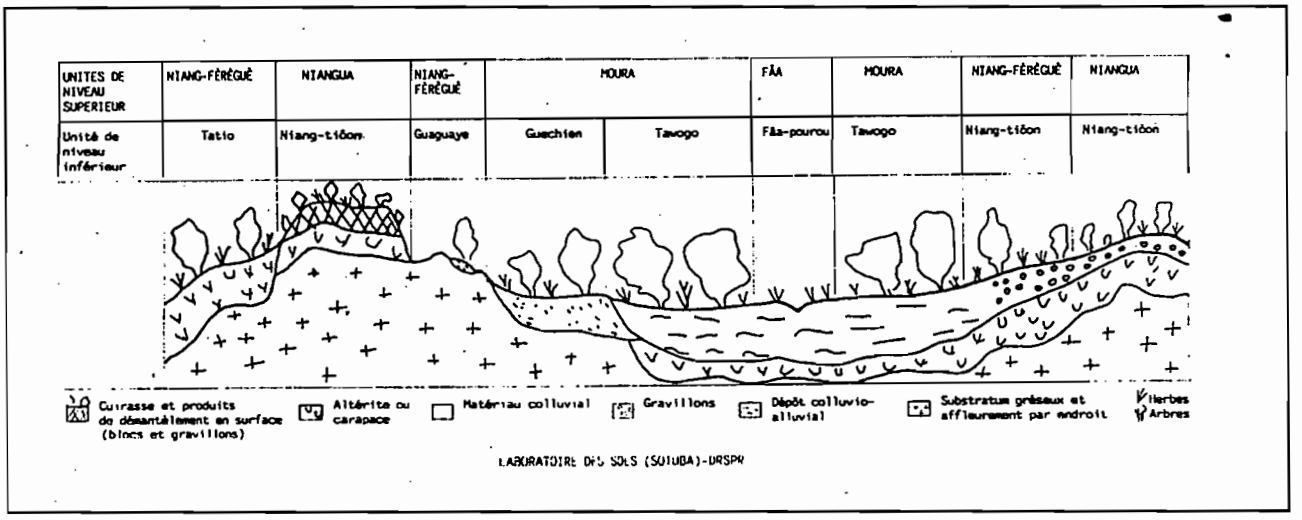


Figure 2. *Classification paysanne des terres dans le Siwaa (Koutiala).*

Dans cette zone, on assiste à la diffusion de nombreux messages sur le maintien et la protection des sols, suite à la dégradation causée par les hommes et accentuée par la baisse pluviométrique des dernières décennies : jadis de 700-1 050 mm, la pluviométrie des 10 dernières années est de l'ordre de 500 à 800 mm (Keita *et al.*, 1991).

Méthodologie

Enquêtes informelles

Des discussions individuelles à l'aide d'un guide d'entretien ont eu lieu dans les champs avec 22 paysans. Les paysans dont les exploitations font l'objet d'un suivi-évaluation permanent (SEP) ont été prioritairement choisis. Une visite collective par village a permis d'éclaircir certains points du guide d'entretien sur lesquels les avis des paysans étaient partagés.

Base de données

Dans le cadre de son programme de suivi-évaluation permanent, depuis 1990, le DRSPR/Sikasso collecte des données au niveau de 30 exploitations agricoles dans la zone Siwaa. Les données collectées sur le rendement et la fertilisation des cultures par type de terre ont été exploitées pour la présente étude.

Résultats et discussions

Les unités de la classification paysanne

La distinction des unités de classification paysanne se fait à travers un ensemble de critères parmi lesquels le plus dé-

terminant transmet souvent son nom au type de terre. Les paysans Minianka du Siwaa utilisent une classification ayant des unités de niveau supérieur et inférieur.

Unités de niveau supérieur

Critères de classification. La différenciation des unités de ce niveau repose principalement sur deux critères : topographie/géomorphologie et présence ou non d'éléments grossiers. Les unités de niveau supérieur ou types de terrain se succèdent d'une manière ordonnée sur le relief (topographie/géomorphologie). Ainsi, dans la séquence des unités de niveau supérieur, un Moura se trouve toujours en position basse par rapport au Niangua et au Niang-fèrèguè sur une toposéquence donnée. La présence et la taille des éléments grossiers constituent également des critères cléefs de la distinction des unités de niveau supérieur. D'autres critères mòins déterminants comme l'inondation et la couleur sont utilisés dans la distinction des unités de ce niveau.

Types de terrain. Les unités de niveau supérieur sont le Niangua (Niang-pou), le Niang-fèrèguè, le Moura, le Fâa et le Dou-fèrèguè (figure 2).

Le Niangua se caractérise par un sol gravillonnaire parsemé de cailloux ou de blocs de cuirasse. Le sol n'est généralement pas profond. Le sommet de Niangua est appelé Niang-pou. Le Niangua peut être dominé par certaines espèces végétales comme *Combretum glutinosum, Detarium microcarpum, Burkea africana,* etc. Jadis, avec la bonne pluviométrie et l'absence de la culture attelée, le Niangua était exploité en agriculture (sous sorgho), malgré la présence des blocs de cuirasse.

Le sol du Niang-fèrèguè est gravillonnaire avec de rares cailloux et blocs de cuirasse. Les arbres et arbustes rencontrés sont les mêmes que sur le Niangua. Avec la pression démographique, on note une exploitation croissante du Niang-fèrèguè.

La principale caractéristique du Moura est l'absence de gravillons, de blocs de cuirasse ou de grès. On rencontre ici de gros pieds de *Vitellaria paradoxa,* de *Parkia biglobosa,* de *Daniellia oliveri.* Le Moura est actuellement le domaine d'agriculture par excellence.

Le Fâa, de par sa position topographique, occupe les parties basses inondables du relief. Les abords du Fâa sont occupés par des végétaux hydrophyles comme Terminalia macroptera, *Mitragyna inermis, Daniellia oliveri, Piliostigma reticulata, Sarcocephalus esculentus,* etc. Il occupe une place importante en agriculture, en arboriculture et en horticulture.

Le Dou-fèrèguè sert de zone de transition du Moura au Dougou (marigot). Il s'agit en effet de la berge. La plupart des Dou-fèrèguè de la zone sont dégradés et pauvres en végétation.

Unités de niveau inférieur

Il s'agit des types de terre rencontrés sur les unités de niveau supérieur. La différenciation des types de terre repose sur plusieurs critères : les critères reflétant les contraintes et les critères reflétant les potentialités (fertilité). Toutefois, la plupart des critères peuvent être indicateurs aussi bien de contraintes que de potentialités.

Critères reflétant les contraintes. L'aptitude d'une terre d'être travaillée après une fine ou grande pluie est l'un des critères clefs de la classification paysanne des terres dans le Siwaa. Lla texture de surface est beaucoup utilisée lors de la différenciation des types de terre. Ainsi le sable donne son nom aux terres sableuses (Guechien) et l'argile aux terres argileuses (Tiogo). L'adhésivité est un critère pouvant entraver les travaux et est en grande partie liée à la texture. Le démarrage des travaux sur les terres lourdes présentant assez d'éléments grossiers (gravillons + blocs de cuirasse) n'est possible que lorsque le sol est suffisamment humide en début d'hivernage et après épierrage dans certains cas. La présence d'une cuirasse à faible profondeur peut indiquer les possibilités d'engorgement temporaires ou d'insuffisance d'humidité. La contrainte érosion, bien que peu citée comme critère de classification, revient fréquemment comme contrainte dans la gestion des terres.

Critères reflétant la fertilité. La couleur de la terre est un indicateur de sa potentialité. Les principales couleurs utilisées sont le noir (wo, wogo), le rouge (gniè, gnigua) et le blanc (fien). Ainsi toute partie noirâtre est appelée Tawogo (ta-partie) et toute partie à tendance rougeâtre Tagnigua. Les terres noires sont considérées comme les plus fertiles par les paysans. L'abondance de la végétation, la dimension et les espèces d'arbres et d'herbes peuvent servir d'indicateur du taux d'humidité et de fertilité du sol. Par contre, la quasi- absence de végétaux est une caractéristique des terres dégradées (ou incultes) ou en voie de dégradation. Les terres à surface plane ou craquant sous les pieds (terres meubles limoneuses) sont souvent considérées comme fertiles.

Les types de terre. Les principaux types de terre sont le Guechien, le Niang-tiôon, le Tawogo et le Tatio (figure 2). Le Fâa-pourou, le Niang-guaguaye, le N'Guinguè, le Guaguaye et le Lodmi (Lodimahô) sont d'autres types de terre peu rencontrés et peu exploités dans la zone Siwaa. Le présent document traite surtout des quatre principaux types.

Le Guechien est une terre perméable caractérisée par sa texture sableuse en surface et son aptitude d'être travaillé juste après une pluie. Très souvent, les premiers travaux champêtres commencent avec le Guechien. Cependant, la basse fertilité, la présence de nombreux logogo (passages d'eau), le tassement après une forte pluie et l'hydromorphie de profondeur en année pluvieuse sont des contraintes non négligeables. En fonction de la fertilité, le Guechien est subdivisé en Guechien gniè (sable rouge) et Guechien wo (sable noir).

Le Niang-tiôon est caractérisé par des gravillons fins mélangés à la terre fine. Il est généralement rencontré sur le Niang-fèrèguè et le Niangua. La principale contrainte est le faible volant hydrique dû au taux de gravillons élevé, à la faible profondeur et au fort ruissellement. La verse (suite à l'enracinement superficiel) et l'usure rapide des instruments de travail sont également des contraintes à considérer. Toutefois, le Niang-tiôon a l'avantage d'être moins exigeant en sarclage à cause de son niveau de fertilité relativement bas.

Le Tatio se trouve généralement sur les surfaces ayant un certain pendage et apparaît après décapage de l'horizon su-

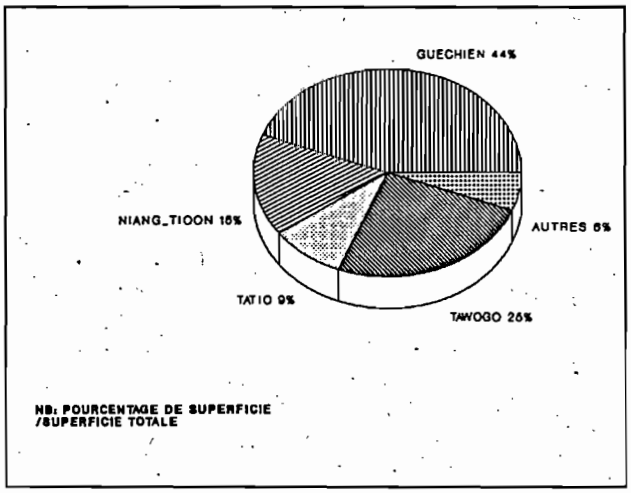


Figure 3. Superficie cultivée par type de terre par les paysans enquêtés.

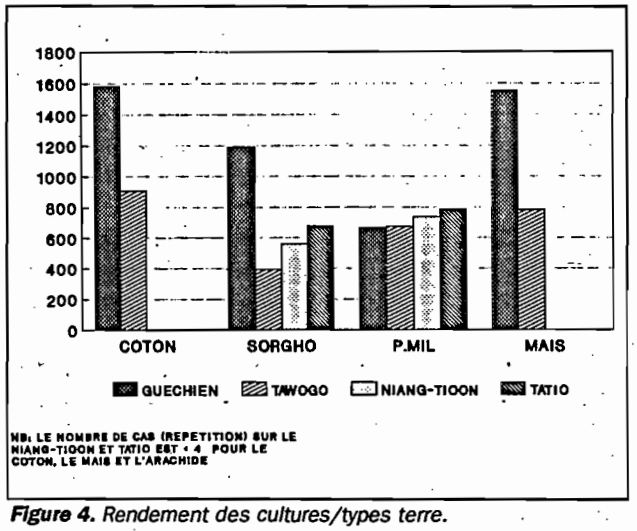


Figure 4. Rendement des cultures/types terre.

perficielle. Il se caractérise par sa couleur rouge, son taux d'argile élevé et sa grande adhésivité à l'état humide. Le sol est profond, argileux, compact et à infiltration médiocre. Ces terres sont assez sensibles à l'érosion hydrique et présentent de nombreux logogos. Les plantes sur le Tatio souffrent plus d'une rupture temporaire des pluies que celles sur le Guechien.

Le Tawogo est une terre généralement profonde et caractérisée par sa couleur sombre ou noirâtre. Le Tawogo est selon les paysans le meilleur type de terre du point de vue de sa potentialité (développement des herbes et arbres). Ces terres sont de texture plus lourde que les Guechien et demandent un certain taux d'humidité pour être travaillées. Toutefois, un excès d'eau provoque une adhésivité et un engorgement de surface ou de profondeur. Une contrainte non négligeable est l'enherbement.

Stratégie paysanne d'utilisation des terres

Exploitation des différents types de terre

Les différents types de terre ne sont pas exploités avec la même intensité. Les superficies cultivées sur Guechien et Tawogo dominent de loin celles cultivées sur les autres types de terre. Le Niang-tiôon vient en troisième position du point de vue de son exploitation, suivi du Tatio (fFigure 3).

Cette inégale exploitation des différents types de terre par les paysans n'est pas seulement due à la nature de la roche mère, mais est aussi influencée par la différence de potentialité des différents types de terre. En effet, d'une part, le grès de Koutiala (roche mère) en s'altérant donne assez de sable (Guechien) et, d'autre part, le Niang-tiôon et le Tatio ont une fertilité qui est relativement plus basse que celle du Guechien et du Tawogo. Avec la réduction de la pluviométrie des 20 dernières années, le facteur sensibilité à l'insuffisance d'humidité est devenu un critère important dans le jugement de la potentialité des terres. Ainsi le Guechien qui est moins fertile, mais dont le régime hydrique est relativement satisfaisant dans les conditions pluviométriques actuelles, est de plus en plus aimé et cultivé par beaucoup de paysans par rapport au Tawogo (figure 3).

Les terres comme le Niang-tiôon et le Tatio ont été mises en culture récemment par rapport au Guechien et au Tawogo dont la durée moyenne d'exploitation est supérieure à 25 ans. Suite à l'augmentation de la pression démographique, la disponibilité des Guechien et Tawogo non exploités devient limitée ; ce qui conduit actuellement à l'extension des superficies cultivées sur le Niang-tiôon.

Préférences par types de culture

Les rotations sur le Niang-tiôon sont à dominante céréalière. Le sorgho entre dans 97 % des rotations, le petit mil dans 86 % contre seulement 20 % pour le coton. La rotation sorgho-sorgho-sorgho-petit mil est la plus fréquente (29 % des cas), suivie du sorgho-petit mil-petit mil-sorgho (17 %). Il n'existe pratiquement pas de rotation avec une présence biennale (chaque deux ans) du coton sur ces terres. Sur les Guechien et Tawogo, le coton et le sorgho entrent dans 80 % des rotations, contre 60 % pour le petit mil et 30 % pour le maïs. Les principales rotations sur Guechien et Tawogo sont biennales : coton-sorgho, coton-petit mil et coton-maïs. Le fait que le coton et dans une moindre mesure le maïs sont des cultures de rente pourrait expliquer leur importance sur les terres à fertilité naturelle élevée.

Gestion paysanne des contraintes et potentialités des terres

D'une façon générale, il n'existe pas de grandes différences dans la manière de travailler lles différents types de terre. Cependant, l'ordre d'exécution des travaux en début de campagne dépend de la pluviométrie et du type de terre. Après une fine pluie en début de campagne, le Guechien est le premier à être labouré suivi du Tawogo. Le Tatio et le Niang-tiôon sont labourés en dernière position à cause de l'assèchement rapide et du faible volant hydrique. Après une grande pluie, les terres non adhésives (Niang-tiôon, Guechien) sont les premières à être labourées et les terres présentant une certaine adhésivité en dernière position (Tawogo, Tatio). Le semis à sec et sans labour est possible sur le Guechien tandis que le Tawogo exige une préparation du lit de semis.

Selon les paysans, le risque de dégradation des terres (érosion et baisse de rendement) en cas de non-apport de matière organique est en moyenne de 7 ans pour le Tawogo, 4 ans pour le Guechien, 3 ans pour le Niang-tiôon et 4,5 ans pour le Tatio. L'adoption des techniques de lutte anti-éro-

sive vulgarisées depuis plusieurs années ne semble pas à première vue différer beaucoup entre les types de terre. Cependant, contrairement au Guechien, les paysans installent de préférence des diguettes de protection sur le Tatio. Cela pourrait être dû au fait que les diguettes sur les terres sableuses (Guechien) ne résistent pas à l'eau.

Stratégie paysanne d'utilisation de la fumure

La fertilisation est très dépendante de l'importance économique de la culture (cas du coton). Le paysan, d'une manière générale, ne cherche pas à maximiser le rendement. Cependant, le souci de garantir un rendement acceptable sur l'ensemble de ses terres est l'un des principes de base de la stratégie paysanne de fertilisation. Le paysan, dans sa gestion de la fumure, prend en compte les potentialités des terres. En effet, étant conscients des différents niveaux de valorisation des engrais sur les différents types de terre, la plupart des paysans fertilisent en priorité les terres pauvres. Ainsi le Tawogo qui est reconnu comme étant le plus fertile reçoit, contrairement au Guechien, moins de fumure (tableau I). Le Tawogo est également moins fertilisé par souci

Tableau I. Fertilisation du coton par type de terre.

Type de terre	Nombre de parcelles	Fumure organique (% de parcelles fertilisés)		Fumure minérale (dose moyenne en kg/ha)		
		Ordure	Fumier + tige	Urée	Complexe coton	PNT
Guechien	16	75	69	48	132	300
Tawogo	11	45	45	31	95	0
Niang-tiôon	2	50	50	34	118	0
Tatio	3	67	0	42	141	100

Les résultats présentés sont ceux des données collectées par le SEP.

de minimiser le risque pouvant être lié à l'épandage de quantités importantes de fumure organique en cas d'insuffisance d'eau. En effet, le déficit hydrique devient de plus en plus une contrainte qui limite la valorisation de la fumure organique sur le Tawogo. Aussi l'enherbement excessif constitue une contrainte sur le Tawogo et la fertilisation de ce dernier ne fera qu'accentuer cette contrainte.

Les cultures les plus fertilisées sont le coton et le maïs, mais le sorgho et même le petit mil peuvent recevoir de la fumure minérale en cas de semis tardif, ou de la fumure organique lorsqu'ils sont semés sur des terres très pauvres.

Rendement des cultures par type de terre

Les rendements du coton, du sorgho, de l'arachide et du maïs sont plus élevés sur Guechien que sur Tawogo (figure 4), malgré le fait que ce dernier soit potentiellement plus fertile que le premier. De tels rendements peuvent être expliqués par la différence de gestion des terres : le Guechien est plus fertilisé que le Tawogo (tableau I), la marge de manœuvre en termes de temps d'exécution des travaux en fonction de la pluviométrie actuelle est plus large sur les terres sableuses que sur les terres lourdes (noires), aussi l'enherbement est plus important et moins maîtrisable sur Tawogo que sur Guechien. Le rendement du petit mil varie peu en fonction du type de terre. Cela peut être dû au fait que cette culture, en plus de sa résistance à l'insuffisance d'humidité, aux conditions édaphiques défavorables, bénéficie très peu des arrière-effets de la fumure.

Conclusion et suggestions

Dans la classification paysanne en milieu minianka, on peut distinguer deux niveaux : un niveau supérieur qui peut être considéré comme le type de terrain et un niveau inférieur qui correspond au type de terre.

L'appréciation des potentialités d'une terre se fait à travers des indices comme sa couleur, la présence et le développement des herbes et arbres sur une surface plane. Les paysans, dans l'évaluation des terres, tiennent compte de la pluviométrie actuelle, car les meilleures terres en année pluvieuse ne sont pas forcément les meilleures en année d'insuffisance d'humidité. L'aptitude à être travaillé en début d'hivernage, juste après une pluie, et l'absence de risque d'engorgement sont des facteurs importants de jugement de la valeur des terres.

La gestion paysanne de la fumure se fait en fonction des potentialités ou des risques que peut présenter son utilisation. Ainsi les terres moins fertiles ne présentant pas de problèmes de valorisation de la fumure reçoivent des doses élevées par rapport aux terres considérées comme riches. De cette façon, les paysans maximisent le profit en fertilisant davantage le Guechien, moins fertile, que le Tawogo. Ainsi, le rendement de toutes les cultures, excepté celui du petit mil, est meilleur sur Guechien.

Vue que les paysans réajustent les doses vulgarisées d'engrais en fonction du type de terre, il est nécessaire, dans le souci d'améliorer l'efficacité de l'utilisation des nutrients, de développer des alternatives à la recommandation standard de fertilisation. Ainsi des régimes alternatifs de fertilisation sont à expérimenter pour les principales rotations à base de coton, en fonction des deux principaux types de terre (Guechien et Tawogo) et de la stratégie paysanne de fertilisation.

Avec l'exploitation croissante du Niang-tôon, malgré toutes les contraintes liées à son utilisation, la recherche sur les systèmes de production adaptée à ses conditions devient une nécessité urgente. Etant donné la quasi-absence de coton sur ces types de sols et l'abondance des cultures de subsistance non fertilisées, l'épuisement rapide de ces sols est évident. Dans le contexte économique actuel du Mali, l'utilisation des engrais sur les cultures de subsistance comme le mil et le sorgho ne se justifie pas. Dans un objectif de durabilité des systèmes de production, principalement basés sur des cultures de subsistance, le développement des systèmes d'agro-foresterie semble le plus adapté pour ce type de terre. Ainsi, la technique de défrichement amélioré (Kaya *et al.*,1993) peut être un thème de vulgarisation spécifique dans le cadre de la mise en culture du Niang-tiôon. En plus des aspects techniques, la prise en compte des aspects socio-économiques et institutionnels est d'une importance particulière pour la réussite de la recherche sur les systèmes d'agro-foresterie.

La présente étude montre non seulement que les paysans sont conscients de la différence de sensibilité des

types de terre à l'érosion, mais que les techniques de lutte anti-érosive peuvent être différentes en fonction du type de terre. Cependant, la vulgarisation ne distingue pas de techniques de lutte anti-érosive spécifiques par type de terre. Une étude approfondie d'adoption des différentes techniques vulgarisées devrait éclairer les stratégies paysannes en fonction des types de terre. Ceci mènera à un meilleur ciblage des actions de recherche et de vulgarisation en matière de lutte anti-érosive.

Dans le but de donner à la classification paysanne une base scientifique du point de vue de l'évaluation quantitative des potentialités et contraintes des types de terre, une caractérisation morphopédologique et une analyse de leurs propriétés physiques et chimiques s'avèrent nécessaires. Aussi, dans le but d'améliorer la communication entre les chercheurs, vulgarisateurs et paysans, il est nécessaire de procéder à une étude sur la corrélation entre la classification paysanne et la classification conventionnelle.

Références bibliographiques

Kaya B., Diakité F., Diarra S., 1993. Fiche technique à l'intention des agents d'encadrement : le défrichement amélioré, Sikasso, Mali, Département de recherche sur les systèmes de production rurale.

Keita B., Veldkamp W.J. et al.,1991. Toposéquence de Koutiala. Paysage A. Zone de plateaux de Koutiala (Draft). Bamako, Mali, Laboratoire des sols.

Pawluk R.R., Sandor J.A., Tabor J.A., 1992. The role of indigenous soil knowledge in agricultural development. Journal of Soil and Water Conservation, 47.

Tabor J.A., 1993. Soils of the lower, middle and upper Sénégal River Valley, In : Risk and Tenure in Arid Lands : The Political Ecology of Development in the Sénégal River Basin (T.K Park ed.), Monograph on Arid Lands Development, Arizona.

Touré D., Dembélé E.,Bosma R.,; 1992. Propositions d'actions d'élevage pour la zone "Siwaa". Sikasso, Mali, DRSPR.

Farming Systems Research in a New Zealand Context

Integration of Farmer Knowledge into Farm Management Research

Gray DI; Lockhart JC; Reid JI; Todd EG; Kemp EA; Parker WJ

Agricultural and Horticultural Systems Management Department, Massey University, Palmerston North, New Zealand

Abstract

A two-year field study of high performing dairy farmers was completed in 1993 by an interdisciplinary research team. The participating farmers were found to use two management processes, the normative management process advocated by extension agents and an experiential management process not reported in the literature. The farmers' experiential process used key indicators to identify problems; the farmers then used a set of decision rules to implement appropriate action.

Key words

Farm management process, experiential, intuitive, normative, decision making, farming system.

Introduction

Farm management research in New Zealand has made relatively little use of farming systems research philosophy to date. Although few management studies have focused specifically on the farmer or farm family, notable exceptions are provided by the work of Cronin (1968), Greer (1982), and Fairweather (1987).

Recent surveys of New Zealand farmers (Lockhart 1990; Parker et al 1993) have shown that relatively few respondents have adopted the formal management techniques widely advocated by extension agents. These findings suggest that the development of effective management techniques to assist farmers must be based on a greater understanding of farmer needs and decision making behavior.

One of the major problems facing New Zealand dairy farmers is how best to manage a variable feed supply (pasture) to achieve high levels of production and profit. Research was begun in 1991 to investigate how high performing dairy farmers managed their farms through the summer and autumn. The aim was to develop decision support systems to enhance the overall standard of management during this period. The methods used to acquire farmer knowledge, the results of a two-year field study, and the implications of the findings for future farm management research are presented briefly in this paper.

Method

Four high performing dairy farmers with different resources were identified in 1991. Pilot interviews were completed with one of the case study farmers to develop a protocol for subsequent interviews. In 1992, the four farmers were interviewed every two to three weeks from early January until they dried off their herds in late autumn (April/May). The interviews were taped, transcribed, and analyzed using discourse analysis to define the knowledge, decision rules, and problem solving techniques used by the participants. The results of the analysis of each interview were verified with the farmers prior to commencement of the subsequent interview. This process was repeated in the 1993 season to investigate the effect of between-season variation.

Results

Despite their different resource bases and backgrounds, the four farmers had almost identical goals and used similar management processes. The farmers used two forms of management. During autumn and prior to drying off their herds, formal farm-monitoring and feed-planning techniques, similar to those advocated by extension agents, were used. However, during summer, when pasture growth is highly variable, the farmers used an intuitive form of management based on prior experience (experiential management). During this period, a small number of indicators were used to identify the status of the farm feed supply and the likely incidence of a feed deficit. These indicators were used to signal the need for management action. If action was required, a well-defined set of decision rules were applied in conjunction with a hierarchy of management options to decide on the best course of action. The hierarchy of management options appeared to have been based largely on prior experience. The lowest cost and most flexible options were used first (*eg*, feeding surplus silage) and the high-cost, less flexible options were taken last (drying off the herd).

Conclusions

This research showed that the high performing dairy farmers participating in the study used quite different management processes over the summer period to those usually advocated by farm management researchers and extension agents. The decision making processes developed by the farmers was low cost in terms of capital and time relative to formal feed monitoring and planning, which are often dependent on microcomputers and pasture meters. However, experiential management requires a well-developed level of knowledge and thorough understanding of the farming system. Discussions with other farmers suggest that this experiential management process is transferable and could be readily adopted by less proficient dairy farmers.

This study highlights the requirement for further investigation into the processes used in decision making by farmers and the need to incorporate alternative models of management in farm management teaching and extension. There is also a need for research on how farmers learn and, particularly, on how they develop experiential knowledge.

References

Cronin MB. 1968. A study of factors hindering increased production on the Rangitaiki Plains and in Galatea. Thesis: Massey University, New Zealand.

Fairweather JR. 1987. Farmers' responses to economic restructuring in Hurunui and Clutha counties: preliminary analysis of survey data. Research Report No. 187. Lincoln, New Zealand: Agribusiness and Economics Research Unit, Lincoln University.

Greer JP. 1982. Motivation and other factors influencing the adoption of practices by sheep farmers in Oxford county, New Zealand. Thesis: Lincoln University, New Zealand.

Lockhart JC. 1990. The financial management systems used on three important farm types in New Zealand. Thesis: Massey University, New Zealand.

Parker WJ, Gray DI, Lockhart JC, Lynch GA, Todd EAG. 1993. Drying off management and the use of management aids on seasonal supply dairy farms. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production 53:127–131.

Participatory Rapid Appraisal of Farmers' Agricultural Knowledge and Communication Systems

Ramirez, Ricardo

Development Support Communication Branch, Food and Agriculture Organization (FAO), Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italy

Understanding how farmers are linked to communication networks is the essence of this study (Figure 1), which took place in the Philippines in November and December 1993.

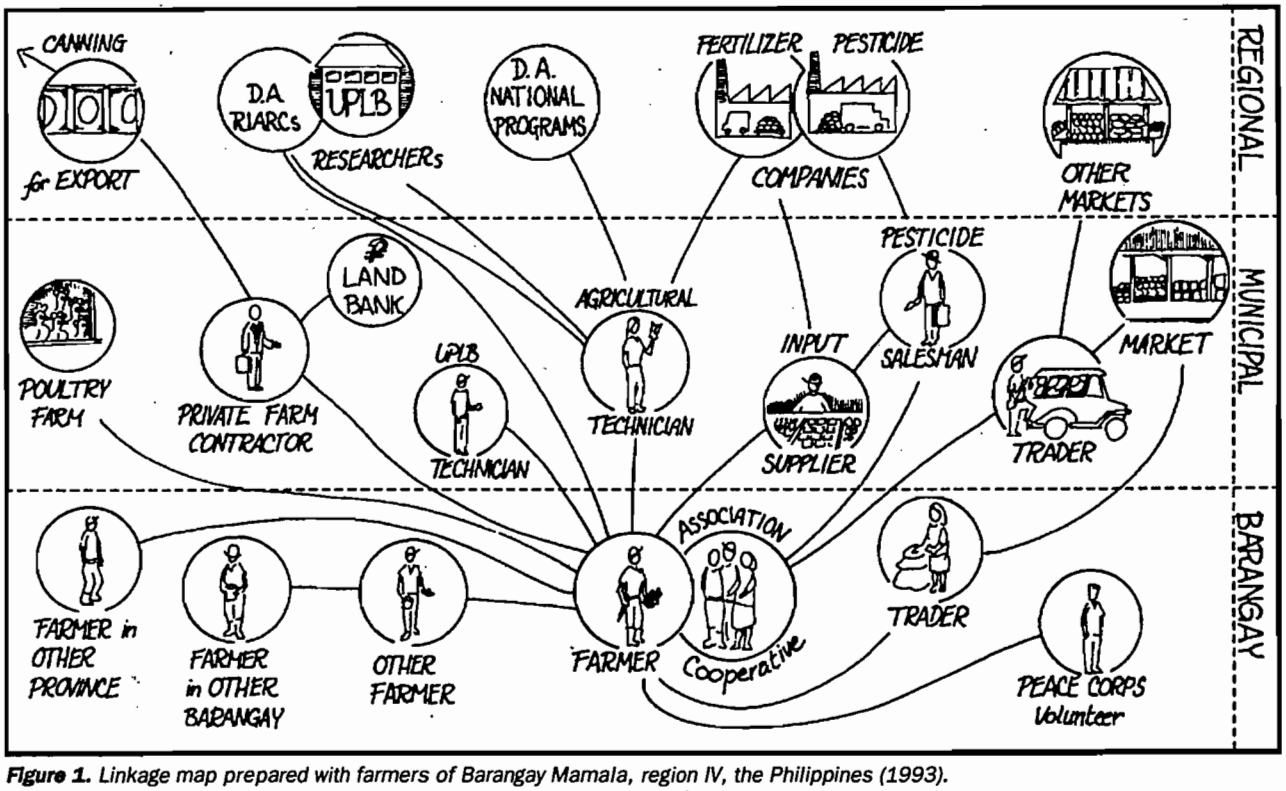


Figure 1. *Linkage map prepared with farmers of Barangay Mamala, region IV, the Philippines (1993).*

Rationale

Farmers communicate with multiple sources of information to shape and enrich their knowledge base. Indeed, the evolution of their farming practices is influenced as much by changes in the environment and the marketplace, as it is by the information and knowledge that flows into a farming society. Understanding the patterns of communication enhances decisionmaking for farmers, field workers, and municipal authorities.

Objectives of this Study

(a) To develop a rapid diagnostic approach for identifying and assessing the strengths and weaknesses of a given agricultural knowledge and communication system, in order to be able to plan the interventions needed for its improvement.

(b) To shed light on the principal linkages between—and among—farmers, technology-transfer workers, researchers, policy makers, and other actors in the two sites where the approach was tested.

(c) To recommend ways to strengthen the municipal and provincial capacity to identify and enhance two-way linkages in technology identification, generation, and transfer activities.

The Approach

A multidisciplinary team developed a participatory approach to map the communication networks that exist in an agricultural system and to identify the main actors that play a role in shaping agricultural development.

The steps in the approach are:

- study goals are presented to a farmer group;
- farmers draw a community map and identify the major product/enterprises in the farming system;
- farmers rank the enterprises;
- farmers describe the major changes for each enterprise in the past 10 years, and identify the 'actors' responsible for each;
- the research team and farmer group prepare the linkage map together;
- farmers discuss and verify the map;
- the research team follows up on 'leads' by interviewing the major actors identified by farmers; (the above steps can be repeated with some actors in addition to using semistructured interviews);
- major linkages are analyzed on the basis of communication criteria (awareness of actors' functions, relevance, timeliness, and accessibility of actor's services, use of/access to communication media, control over linkage).

Lessons Learned

Revealing Functional Linkages and Patterns of Control

Mapping linkages in a knowledge system uncovers the mechanisms that are functional to the exchange of information—the demands and the supply. A matrix was developed for evaluating the performance of each major linkage identified; it is a first step towards the systematic analysis of linkages. The most important criterion for evaluating linkages refers to the control of the linkage. For rural development programs that target poverty alleviation, this criterion is of fundamental importance as it reveals who is being served by a linkage.

Rethinking the Role of the Agricultural Technician

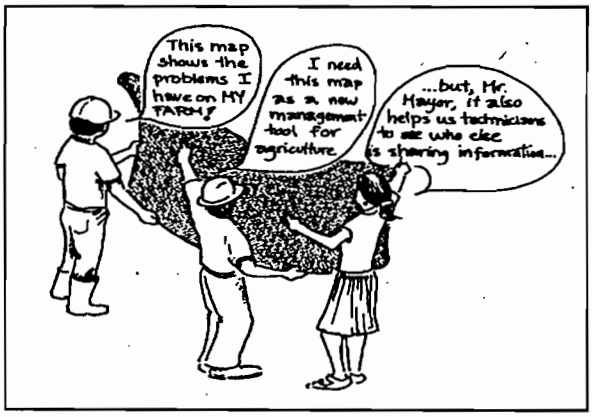
This study provides ample evidence of the need for a new role for the municipal agricultural technicians (former extension workers). The farmers proposed a shift in functions. The agricultural technicians are committed workers who are effective when facilitating, rather than instructing: their professional aspirations—the farmers' needs call for this new role.

A Management Tool for the Local Government Units

For the elected municipal mayors, the approach provides a tool to assess farmers' needs, identify networks, and seek out those actors with whom to strike agreements for collaboration. The municipal agricultural officers (MAOs) and the mayors will be best equipped to negotiate with private and public institutions if and when they have a grasp of the main agricultural needs, resources, and patterns of information demand and supply. For the mayors and the MAOs, the approach is a management tool.

Acknowledgment

The study was possible through a project funded by the United Nations Development Programme (UNDP), in collaboration with PCARRD. (A full report of this case study is available from the Development Support Communication Branch, Information Division, FAO, Italy.)



Association de culture attelée de Kassoumbarga : une organisation de promotion paysanne dans le nord de la Côte-d'Ivoire

Kone Guy-Michel Salifou
ILES, Korhogo, Côte-d'Ivoire

Kassoumbarga est un petit village sénoufo à 25 km à l'ouest de Korhogo, dans le nord de la Côte-d'Ivoire. Situé en zone dense dans un paysage de type soudanien, il est peuplé de 400 habitants dont l'activité principale est l'agriculture.
Depuis 1987-88, les villageois ne cessent d'entreprendre des activités de plus en plus nombreuses – soins de santé primaires, matrones, activités économiques de femmes (moulin et magasin), agroforesterie et culture attelée – en vue d'améliorer leurs conditions de vie.
Toutes ces activités sont initiées dans le cadre d'organisations villageoises bénéficiant de l'appui pédagogique, parfois matériel, du Centre d'animation rurale de Korhogo (ARK) et s'inscrivent dans une perspective d'autopromotion communautaire.
L'expérience de l'Association de culture attelée de Kassoumbarga en est une parfaite illustration.

Il était une fois à Kassoumbarga... la culture attelée

C'est en 1968 que la culture attelée a été introduite à Kassoumbarga par l'intermédiaire de la Compagnie ivoirienne pour le développement textile (CIDT). La Société pour le développement de la production animale (SODEPRA) était chargée de l'encadrement sanitaire.
Les premiers résultats ont été très décevants. Au début, les soins aux bœufs étaient gratuits, mais, ensuite, ils sont devenus payants. Il arriva même que l'agent SODEPRA soit vainement attendu au village. Ainsi, les animaux étaient-ils souvent malades ou mouraient parfois.
La CIDT a alors proposé aux paysans une assurance de 10 000 FCFA par bœuf et par an, avec des conditions très difficiles à remplir. Ils ont refusé catégoriquement et demandé l'appui de l'ARK pour les aider à assurer eux-mêmes les services de la culture attelée.
Des séances d'information et de sensibilisation ont été organisées sur les avantages et les exigences de la culture attelée (nourriture des bœufs, entretien des étables, problèmes d'eau, boîte à pharmacie vétérinaire, etc.). En 1990, trente paysans intéressés créèrent l'Association de culture attelée de Kassoumbarga, à partir d'une organisation informelle identifiée en 1988-89 qui regroupait déjà des gens travaillant ensemble. Des actions sont aussitôt envisagées.

Pour la promotion de l'agriculture et le développement rural

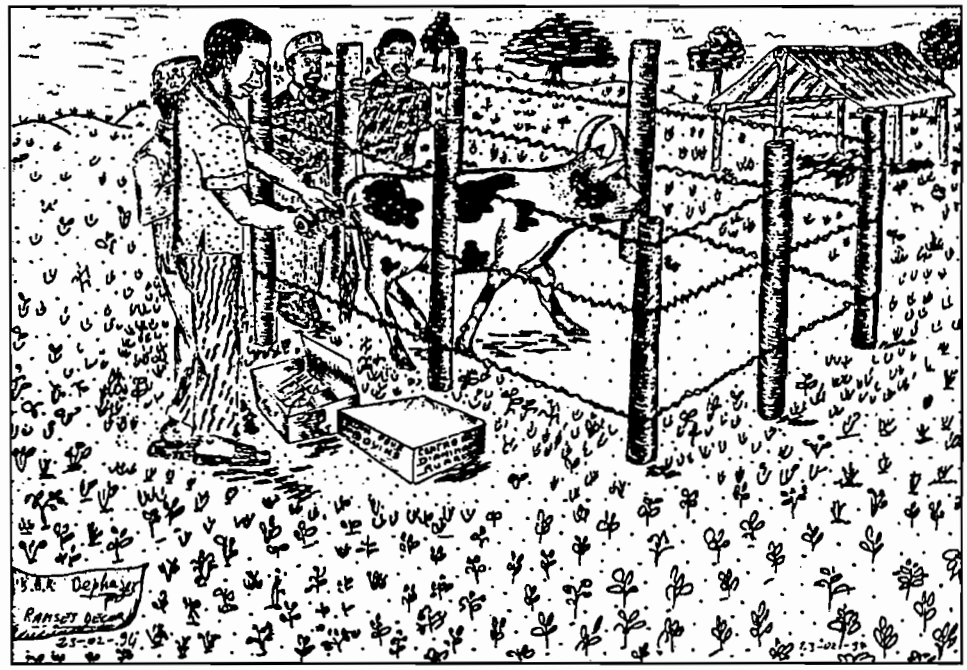
Dans le but "d'aider ses membres à mieux rentabiliser la culture attelée , "l'association s'est fixé, dès sa création, quelques objectifs assez précis. " Au bout de deux ans, que les membres aient à leur disposition une caisse vétérinaire, des agents vétérinaires villageois pour les soins et vaccinations, des infrastructures communes (couloirs à vaccination, puits et abreuvoirs) et une caisse mutuelle pour venir en aide à ceux qui perdent leurs bœufs (maladie ou vol)".
Un bureau de quatre membres (président, secrétaire, trésorier et contrôleur) et une équipe technique de quatre jeunes villageois formés (deux agents vétérinaires et deux gestionnaires) animent l'association en étroite collaboration avec l'ARK, la CIDT et la SODEPRA.
Aujourd'hui, malgré quelques difficultés (pas de case à pharmacie, problème de plan de trésorerie), les résultats sont très encourageants :

- une caisse à pharmacie vétérinaire est installée ; elle est alimentée par les cotisations annuelles, les frais de prestations et quelques subventions ;

– un compte d'épargne simple est ouvert à la Poste ;
– un abreuvoir et un puits perdu ont été aménagés ;
– un suivi de l'alimentation des boeufs et de l'entretien des étables est régulièrement assuré.

Vers un autodéveloppement global

Au total, à part l'idée de la mutuelle qui fait encore son chemin, "si tu veux qu'on te frotte le dos, commence au moins par te laver le ventre", comme le disent eux-mêmes les villageois, les différentes actions déjà entreprises ont non seulement permis de faire un pas de plus vers l'autopromotion communautaire, mais ont également favorisé une ouverture sur une autre activité très importante et complémentaire, l'agroforesterie, dans laquelle l'association est désormais résolument engagée.



Dynamique sociale des organisations de petits producteurs ruraux

Sperry Suzana
EMBRAPA-CPAC, Caixa Postal 08.223, 73.309-970 Planaltina-DF, Brésil

Dans le cadre du Projet Silvânia de recherche-développement mené dans une région de savane *(cerrados)* du Brésil, une recherche sociologique est conduite afin d'apprécier la capacité des associations de petits producteurs à s'organiser pour améliorer leurs conditions économiques et sociales. L'analyse des systèmes — familial et de valeurs, de production, foncier et associatif — par l'intermédiaire d'entretiens semi-directifs a permis d'élaborer un diagnostic du processus d'organisation en interprétant la logique qui a déterminé les choix et en analysant le degré d'adaptation des actions d'appui aux nécessités d'organisation et de formation. La finalité de cette analyse est d'évaluer la fiabilité de l'expérience à long terme et de contribuer à préciser les stratégies d'appui.

Les associations sont issues d'un processus exogène devant leur permettre d'accéder à des crédits subventionnés afin de moderniser les unités de production, faciliter l'intégration à l'économie de marché et constituer une alternative en matière de stratégie de développement agricole pour enrayer l'exode rural.

Après quatre ans de fonctionnement pour les plus anciennes d'entre elles, on note qu'il existe, au sein du système familial et de valeurs, une forte dissociation entre travail et loisirs. Les réunions formelles organisées au sein de l'association ont permis une avancée en termes de quantité, qualité et rapidité de communication. Certaines mutations structurelles sont en cours, comme l'élévation du niveau scolaire des jeunes et la formation de nouveaux dirigeants. On assiste à une redéfinition partielle du rôle social des femmes, qui ont, actuellement, très rarement le même statut que les hommes dans les associations. La division sexuelle du travail au sein de la famille est très marquée. Avec la création d'ateliers de transformation de produits, les femmes ont consacré moins de temps au foyer et aux occupations familiales et ont apporté une rémunération supplémentaire à la famille, diminuant ainsi en partie le pouvoir économique détenu traditionnellement par les hommes. Leur intégration en qualité d'associées, leur élection à des postes clés de direction et leur indépendance économique partielle leur ont donné, dans une association, un pouvoir de décision difficile à supporter pour certains hommes.

Du point de vue des systèmes foncier et de production, on observe que les familles détiennent actuellement de petites parcelles de terre, divisées par les héritages successifs, et qu'elles contrôlent leur natalité. Ce contrôle, de même que l'augmentation du temps de scolarisation, a provoqué une réduction de la main-d'œuvre familiale, palliée en partie par la mécanisation. Ce phénomène, allié à l'augmentation de la productivité et à l'existence de possibilités techniques et économiques, peut permettre l'exploitation des terres dans de bonnes conditions et empêcher l'exode rural. Les producteurs savent que, si l'associationnisme a permis d'améliorer l'unité de production, ils restent dépendants de l'orientation technique pour leur développement.

La promotion du mouvement associatif a provoqué une mutation dans les formes de solidarité existantes, mais les groupes, du fait de l'hétérogénéité de la structure socioéconomique, restent à la recherche de cohésion, bien que tous profitent de l'association à un niveau ou à un autre. Les différentes catégories de producteurs ont des intérêts spécifiques. La centrale fédérant les associations englobe le groupe dans un mouvement plus ample, ce qui facilite l'échange avec les autres associations et les organisations extérieures. Cependant, cette entité est perçue de manière très vague par les associés, qui ne lui reconnaissent qu'un rôle d'intermédiaire pour l'obtention de financements.

Pour les organismes de recherche et d'assistance technique, l'organisation des producteurs a augmenté la fréquence des contacts avec les agriculteurs. Mais l'association, en tant que système complexe dont la technologie agronomique est à peine une des composantes, a découvert au fur et à mesure de son évolution certaines carences en information, dans des domaines tels que la technologie des aliments, la commercialisation, le stockage et le transport des produits, qui, échappant à la spécialisation des techniciens, restreignent l'efficience de la communication.

L'analyse a donc montré que :

- l'organisation de petits producteurs ruraux en associations crée des conditions favorables aux changements, mais l'intégration à cette nouvelle modalité demande un ajustement des habitudes socio-économico-culturelles des communautés, qui doit s'effectuer rapidement pour motiver la prochaine génération à poursuivre les actions ;
- les agriculteurs ont besoin de s'intégrer à un groupe, chaque fois plus nombreux, qui l'aide dans la prise de décision. Plus les familles se trouveront exposées aux informations, plus leurs besoins seront développés et plus la stimulation au travail en groupe augmentera ;
- si les associations ont montré qu'elles peuvent faciliter les mutations sociales indispensables au processus de développement rural et améliorer le niveau économique de leurs membres, il est nécessaire que tous les groupes qui les composent (jeunes, femmes, différents types de producteurs) y participent dans les mêmes conditions, y démontrent un intérêt et qu'ils aient conscience de cet intérêt et des objectifs de l'association ;
- les innovations exogènes doivent être discutées pour éviter une fragilisation de la cohésion du groupe et l'incompréhension des objectifs, comme cela a été le cas avec la centrale, dont le rôle ne sera compris que lorsque tous auront une participation et un intérêt reconnus dans l'association ;
- une plus grande répartition des responsabilités entre associés peut être une stratégie rapide de formation, l'exercice de ces fonctions devant faciliter cohésion et compromis avec l'organisation ;
- le travail en équipe pluridisciplinaire et la réalisation d'activités orientées vers la formation plus que vers l'information seule sont des stratégies susceptibles de permettre aux membres de l'association eux-mêmes de résoudre les problèmes et, ainsi, de garantir la pérennité de l'expérience.

Utilisation des réseaux de références pour l'étude des systèmes fourragers à base de luzerne

Maurles Mathieu
Ecole supérieure d'agriculture d'Angers, BP 748, 49007 Angers Cedex, France

En conditions de milieu peu favorables, le savoir-faire des éleveurs joue un grand rôle dans l'alimentation du troupeau car le développement a diffusé pendant très longtemps des modèles productivistes qui n'étaient pas adaptés à ces zones dites difficiles. Dans le cas précis de la luzerne, sa forte diminution a plusieurs origines : l'avènement du maïs fourrage, le développement du ray-grass, le coût attractif des engrais azotés et l'introduction de tourteau de soja bon marché dans les rations des vaches laitières. Tous ces phénomènes ont quasiment entraîné sa disparition du conseil technique classique.
Depuis le début des années 80, un nouveau contexte de crise des marchés agricoles et plusieurs années de sécheresse successives amènent les éleveurs des zones de moyenne montagne à s'interroger à nouveau sur les légumineuses, en particulier la luzerne, car leurs structures d'exploitation et les conditions climatiques ne sont pas favorables à la culture du maïs ensilage. Mais c'est surtout le nouveau contexte de l'agriculture avec ses politiques de protection de l'environnement et d'aménagement de l'espace rural qui pourrait redonner un second souffle aux légumineuses pérennes, non consommatrices d'engrais azotés dont le pouvoir de fixation des nitrates a été récemment mis en évidence.
Cette demande, initiée par des groupes d'éleveurs, nous a amenés à rechercher des situations où la luzerne avait été conservée dans le système fourrager. Après repérage d'exploitations sur lesquelles elle représentait une part significative des surfaces en herbe, nous avons mis en place des réseaux d'éleveurs de bovins afin d'étudier leurs approches respectives de la luzerne.

Objectifs des réseaux de références

Ces réseaux (Rhône-Alpes, 1984 ; Massif central, 1990) avaient deux objectifs :
- identifier et recenser les pratiques des éleveurs afin de mettre en relation ces pratiques et des résultats techniques ;
- estimer les potentialités agronomiques et zootechniques des légumineuses pour lesquelles très peu de références en conditions réelles étaient disponibles.

Le but final de ces suivis était de proposer aux organismes de développement des itinéraires techniques pertinents en se basant sur le savoir-faire des éleveurs les plus performants et les plus adaptés à leur milieu.

Références recueillies en Rhône-Alpes et Massif central

Nos observations démontrent que la luzerne occupe une place de choix dans ces réseaux, en moyenne 15 % de la SAU en Rhône-Alpes et 30 % dans le réseau Massif central.
Les connaissances traditionnelles des éleveurs et leur intégration de contraintes environnementales afin d'optimiser les relations plante-sol-troupeau ont créé de nombreux itinéraires techniques. L'analyse des pratiques a été réalisée dans le but d'expliciter à la fois les meilleurs résultats, mais aussi les plus mauvais afin d'identifier les causes d'échec.
Elle a été complétée par une approche plus théorique des questions agronomiques et zootechniques qui a permis d'aboutir à un référentiel de base pour chaque situation étudiée.
La très grande variabilité des résultats mesurés sur les exploitations (73 exploitations, 220 ha de luzerne), liée à une expérience plus ou moins longue de la culture de la luzerne,

prouve qu'il existe encore de grandes marges de progrès dans l'expression du potentiel de production des luzernières.

Conclusion

En conclusion, ces réseaux ont permis de mettre en évidence la richesse des pratiques d'éleveurs tant dans la conduite de la culture que dans l'utilisation par les animaux.

Ces résultats qui n'étaient pas connus des organismes de développement classiques démontrent que la luzerne peut s'adapter à une très large gamme d'utilisation dans les exploitations d'élevage. Elle permet de sécuriser les systèmes fourragers tout en limitant les intrants azotés et la pollution. Une plante intéressante certes, dont les qualités sont bien valorisées par certains éleveurs français, mais qui demande, pour être encore mieux utilisée, une diffusion plus large des références obtenues dans les réseaux.

Les nouveaux canaux de diffusion de l'information peuvent aider à divulguer ces itinéraires techniques originaux vers des populations cibles bien identifiées tout en les accompagnant de garanties scientifiques.

Références bibliographiques

Mauries M., 1988. *Utilisation des légumineuses dans les systèmes fourragers pour vaches laitières de Rhône-Alpes*, Thèse de doctorat, Université des sciences et techniques du Languedoc, Montpellier, 245.

Mauries M., Poitier J., Violleau S., 1993. Conduite et utilisation de la luzerne dans des systèmes laitiers de moyenne montagne. Fourrages, 134 : 171-176.

An Analysis of the Involvement of Small Farmers' Organizations and Their Contribution to Research in Zimbabwe

Mutimba, Jeff
33 Kensington Rd, Highlands, Harare, Zimbabwe

The idea of farmer participation is not new in Zimbabwe. Large-scale commercial farmers have a long history of participation in research. However, peasant farmers, who constitute a large majority, have largely been left behind. It is only during the past decade that research and extension institutions have begun to experiment with various forms of resource-poor farmer involvement in technology development. While there is general agreement on the need for farmer participation in research and on the potential contribution by different actors, it is still not clear:

- which demands have to be fulfilled for effective resource-poor farmer participation;
- to what extent resource-poor farmers can participate;
- who among the resource-poor farmers can participate;
- what the quality of their participation could be;
- what are the implications of farmer participatory research.

This poster reports on the nature and extent of farmer participatory research in Zimbabwe with special emphasis on the role of the Zimbabwe Farmers' Union, the organization that represents small and peasant farmers in Zimbabwe. Observations seem to suggest that:

- the Union attracts membership from the better-off farmers whose interests seem to dominate any interaction with outsiders;
- the Union has not yet developed a capacity either to conduct or demand research and tends to leave decisions on what and when to research to scientists;
- methodologies for farmer participatory research are not well defined and the approach is understood differently by different organizations;
- farmers have to be literate to follow the participatory methods used by some nongovernmental organizations;
- adoption of farmer participatory methods should be preceded by reorientation exercises for both staff and farmers.

Objectives of the Study

The study was undertaken to determine the potential role of the Union in articulating resource-poor farmer demands for research. Five village workshops were conducted in five administrative districts to determine the agricultural activities and production problems; indigenous research and farmer coping strategies; and the interface between formal and informal research.

Whereas the farmers identified cattle as the key to their success in farming and identified a range of problems associated with livestock production, none of the on-farm trials and demonstrations conducted by formal research and extension systems were on cattle—they all focused on crops.

Whereas very little is known and written about small grains (traditional food crops in Zimbabwe), farmers appeared to be experts in these crops. They knew the characteristics of

each cultivar, which included tolerance of drought, excessive moisture, pests (including some types of pests not known to researchers), and diseases; nutrition requirements; yield; duration to maturity; processing qualities; taste; seed color; food and drink; malting qualities; stover uses; storability; and grain size. These were also the criteria they used for selecting the cultivars.

Farmers prefer increased involvement in research to only providing land, labor, and draft power. They also wish to participate in decisions on research themes, research management, field observations with their neighbors, and data collection.

Farmer Interview Methods and Crop Growth Simulation for Yield Gap Estimation in Morocco

Nordblom, T[1]; Shomo, F[1]; Boughlala, M[2]; Goebel, W[1]; Harris, H[1]; El Mourid, M[2]; Ambri, A[2]; El Oumri, M[2], Farihane, H[2]; El Ouali, A[3]; Jmyi, A[3]

[1]International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), PO Box 5466, Aleppo, Syria
[2]Institut national de la recherche agronomique (INRA), Morocco
[3]Direction de la météorologie (DMN), Morocco

Abstract

A method based on interviews with farmers was developed for characterizing crop yield distributions over time. Validation of the method requires appropriate historical data on crop yields to compare with yield distributions generated with data from farmers. We compared distributions of crop yields based on farmers' reports with those from district records and potential yield distributions generated by a wheat crop growth simulation model run with the same growing conditions. Potential uses of these techniques for planning the location of agronomic field trials are explored.

Introduction

The *Centres de travaux* in seven districts (5 in Settat province, Chaouia region; 2 in Safi province, Abda region) of Morocco were approached for advice on the single most typical soil and crop management condition in the district. Small samples of farmers having the same soils and crop rotations were selected in each district to minimize sources of yield variation other than weather. Farmers were individually asked to provide estimates of the frequency of "good," "normal," and "poor" seasons (expressed as years in 10), based on their experience with their particular soil and dryland crop rotation. They were then asked to estimate the levels of wheat grain yields associated with each seasonal category and yields of other crops associated with these wheat yields.

Farmers' frequency and yield data were summarized statistically to find the crop means, variances, and covariances. These statistics served as inputs for the MULTISIM program developed at the International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), Syria (Maerz 1987; Nordblom et al 1992) for generating normally distributed, multivariate stochastic yield values, which can be plotted as cumulative frequency distributions.

We then compared the district historical records with potential yield distributions generated by the crop growth simulation model SIMTAG (El Mourid 1988; Nordblom et al 1993) to identify gaps between farmers' and potential yield distributions.

Comparisons for Validation

For locations in the Chaouia region, we compared yield distributions from farmers' reports for wheat, barley, and lentil crops with district yield records over 14 years (Figures 1 and 2). At one site, Ras l'Ain, the greatest differences are at the top ends of the distributions: farmers' distributions indicate wheat and barley yields that were 180% and 130%, respectively, of the highest district yields. The district series only goes back 14 years, which may not be a climatically representative period from the farmers' viewpoint. Farmers' experience on their own farms may be two or three times longer. A 14-year record is a rather short series for such dryland farming environments.

Comparison of Historical, Farmers', and Simulated Yields

Climate and soils at one Chaouia location (Ouled Omar) are similar to those at the Sidi El Aidi Research Station, for which daily weather records for 9 years and detailed soil data are available. These data were sufficient to run the SIMTAG wheat growth model; moreover, they included both poor and good crop years (Figure 3). If the 9-year weather and soil data from Sidi El Aidi are considered representative of the survey location, a large yield gap appears between farmers' crop performance and the potential performance for wheat in their conditions.

A Window on the Future: Rapid Yield Gap Analysis for Large Areas

Most farms are not located adjacent to a research station with a long series of weather records and soil data, upon which simulation analyses can be based. A spatial weather generator (SWG) was developed at ICARDA to overcome the problem of such missing information (Goebel 1990, 1991). It enables interpolation of weather parameters derived from scattered

reporting points with sufficiently long weather records to any intermediate point. The SWG can generate a long series of daily rainfall, temperature, and solar radiation values suitable for running a crop growth simulation model. Thus, where adequate soil data are also available, growth simulations can be run to estimate potential yield distributions.

At two locations where neither district yield nor weather records were available, we were able to compare farmers' and simulated potential yield distributions using SWG. The yield gap at one of these locations, Sidi Aissa, suggests that the impact of agricultural research would be greater at this than at the other location (Figure 4).

Conclusion

In future, such indications of yield gaps between farmers' and simulated yields could be useful for geographically focusing, planning, and justifying national on-farm agricultural research programs.

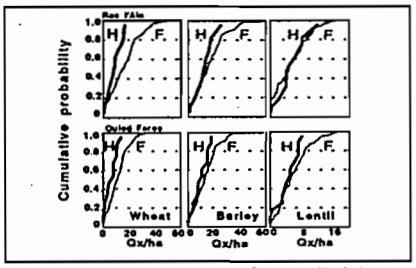


Figure 1. Wheat, barley, and lentil yield distributions at Ras l'Ain and Ouled Fares, Chaouia region, Morocco.

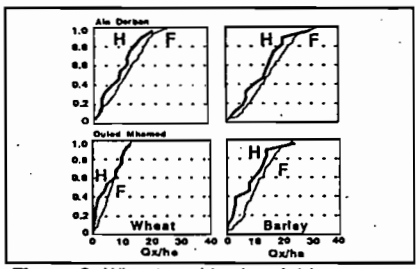


Figure 2. Wheat and barley yield distributions at Ain Derban and Ouled Mhamed, Chaouia region, Morocco.

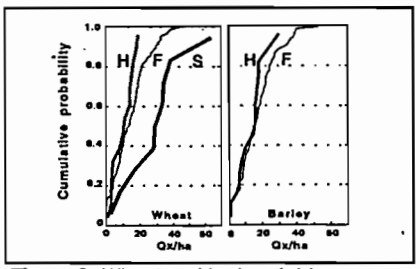


Figure 3. Wheat and barley yield distributions at Ouled Omar, Chaouia region, Morocco.

H = 14-year record for district;
F = 100-year distribution generated with MULTISIM, based on farmer interview data;
S = SIMTAG simulation of wheat yield, based on 9 seasons of actual weather records;
SWG = SIMTAG simulation, based on local soil descriptions and 97 seasons of daily weather data output by the spatial weather generator.

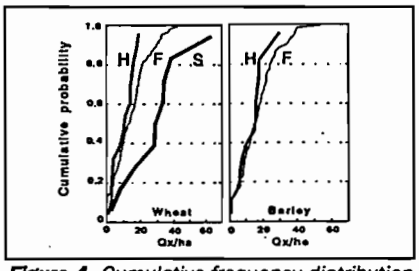


Figure 4. Cumulative frequency distribution of wheat yields at contrasting locations in Abda region, Morocco. Comparison of farmers' reports and simulated potential yields.

References

El Mourid M. 1988. Testing and validation of wheat crop growth model in a semi-arid region. *In* Performance of wheat and barley cultivators under different soil moisture regimes in a semi-arid region. PhD dissertation, Department of Agronomy, Iowa State University, Ames, IA, USA.

Goebel W. 1990. Spatial rainfall generation: examples from a case study in the Aleppo area, NW Syria. Pages 179—214 *in* Farm Resource Management Program annual report for 1989. ICARDA-162 En. Aleppo, Syria: International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA).

Goebel W. 1991. Spatial weather generation: examples from a case study in the Aleppo area, NW Syria. Pages 152—185 *in* Farm Resource Management Program annual report for 1990. ICARDA-221 En. Aleppo, Syria: International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA).

Maerz U. 1987. Methods to simulate distributions of crop yields based on farmer interviews. ICARDA-117 En. Aleppo, Syria: International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA). Pages 152—185.

Nordblom T, Shomo F, Farihane H, El Mourid M, Boughlala M, Harris H. 1992. Estimating the frequency distribution of farmers' crop yields. Pages 145—158 *in* Farm Resource Management Program annual report for 1991. ICARDA-038 En. Aleppo, Syria: International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA).

Nordblom T, Shomo F, Boughlala M, Goebel W, Harris H, El Mourid M, Ambri A, El Oumri M, Farihane H, El Ouali A, Jmyi A. 1993. Validation and use of farmer interview methods to define crop yield distributions for yield-gap estimation with crop- growth simulation. Pages 26—39 *in* Farm Resource Management Program annual report for 1992. ICARDA-05 En. Aleppo, Syria: International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA).

5

Organisations rurales / Local Organizations

Organisations rurales et innovations : Comment les recherches-système appréhendent-elles les rapports entre organisations rurales et dynamiques locales d'innovation ?

How far can local organizations influence innovation in a systems context?

Influence of Local Organization on Innovations in a Systems Context in Zimbabwe

Madondo BBS
Agricultural Technical Extension Services, Box 143, Mutare, Zimbabwe

Abstract

In 1980, in the early days of Zimbabwe's independence under the government of the ZANU (PF), communal areas became available for intensive involvement by nongovernment organizations (NGOs). Today, over 400 registered organizations operate in these areas covering a wide range of activities. Of these, 130 have made open declarations to pursue food security issues at the household level. Most programs focus on the provision of general agriculture supported by women's education. Most projects are characterized by income-generating activities based on vegetable gardens, and encouragement to save. A consequence of the vegetable gardens has been the improvement of water supply at convenient sites. Several organizations have begun to promote sustainable agriculture and others have attempted to conduct research into small-grain production. These developments contrast with the situation existing before independence, which was characterized by disparities in services and a deliberate bias towards commercial agriculture based on high-input external technology in the commercial sector largely operated by white farmers–the communal sector operated by the black population was completely ignored. The success of the bias towards commercial production was further enhanced by a long history of government subsidies for commercial commodities across the board. Most organizations have now entered the communal sector in the hope of correcting and changing the situation. All these attempts have been made against a backdrop of entrenched involvement by existing public institutions that have had a stake in the country's agricultural history. Progress has been achieved where conformity of practices and systems has been apparent. However, conflicts have developed where NGOs have introduced new concepts unfamiliar to the existing institutional tradition. Minimal success has been achieved in influencing systems in major cropping patterns that do not have a commercial orientation. However, a process has been set in motion that questions the official policy of government institutions engaged in research and extension.

Key words

Commercial, communal, dualism, farming systems, agro-ecological regions.

Résumé

L'influence de l'organisation locale sur les innovations dans un contexte systémique au Zimbabwe

Après la proclamation de l'indépendance en 1980 par le Gouvernement ZANU (PF), les organisations non gouvernementales ont commencé à intervenir intensivement sur les terres publiques. On compte actuellement plus de 400 ONG, parmi lesquelles 130 se sont fixé l'objectif de la sécurité alimentaire des foyers, en se donnant certaines priorités. La plupart des programmes se concentrent sur une agriculture générale supportée par l'éducation à travers la femme. De nombreux projets encouragent le développement des cultures maraîchères sources de revenus, et le développement de l'épargne. Cela s'est traduit par l'amélioration de l'approvisionnement en eau dans les endroits propices au maraîchage. Certaines organisations non gouvernementales ont commencé à promouvoir le développement d'une agriculture durable, tandis que d'autres ont entamé des recherches sur la production de céréales. Ces interventions se heurtent cependant à une situation (qui remonte à l'époque précédant l'indépendance) dans laquelle les services étaient insuffisants, avec une tendance délibérée à encourager le gros commerce des produits agricoles. Ce type d'agriculture, qui se base sur une forte utilisation de technologies étrangères, est essentiellement l'apanage des fermiers blancs et comporte une négligence totale des terres publiques par les noirs. Cette tendance vers la production commerciale a également été renforcée par une longue tradition de subventions gouvernementales pour encourager l'exportation. Afin de redresser une telle situation, la plupart des organisations non gouvernementales

se sont intéressées aux terres publiques dans le but de changer cet état de choses, mais toutes les tentatives se sont heurtées aux réticences des pouvoirs publics qui avaient participé à la mise en oeuvre des politiques agricoles du pays. Des progrès ont néanmoins été accomplis quand les actions proposées rentraient dans la logique du système. Il n'en reste pas moins que les organisations non gouvernementales sont entrées en conflit avec les institutions à chaque fois qu'elles ont proposé un type d'intervention en contradiction avec la tradition des pouvoirs publics. Quelques succès ont été obtenus en encourageant les cultures qui n'ont pas une orientation commerciale. Cependant, la politique officielle a commencé à être remise en question par les institutions gouvernementales qui misent sur le développement.

Introduction

The intervention of NGOs in communal areas (CAs) is a recent development largely triggered by independence. The NGO partnership has mushroomed dramatically over the past 14 years, bringing with it a broad and ambitious span of authority. This paper attempts to discuss some major issues concerning historical development, rationale of involvement, agricultural diversity, policy regarding NGOs, and the extent of operation of NGOs, and outlines perspectives for the future.

History

Involvement of NGOs in farming systems in Zimbabwe does not go far back. Before independence there were less than 100 registered NGOs, which were largely religion oriented [Government of Zimbabwe (GOZ) 1978]. However, after independence, the numbers increased to 400 [National Association of Non-Governmental Organisations (NANGO) 1992]. Interventions occurred in two, but unrelated, phases (Mungate 1993). In 1980, interventions were largely welfare- and relief-oriented; since then, they increasingly concern major development issues.

There are various reasons for this change: NGOs have been guided or influenced by their donors; local NGOs have themselves become more experienced; the GOZ has called for assistance in specific areas; and the clientele have certain aspirations, particularly the poor in situations of emergency relief.

Until 1983, when the country experienced its first bumper harvest, emphasis on relief and emergency services centered on education of destitute families, provision of allowances and of food aid to war victims, and reconstruction of destroyed homes.

The 'period of plenty' appears to have been accompanied by other negative developments. The government began to feel a heavy strain on its budget, and experienced staff increasingly took early retirement under the provision of the Lancaster House Constitution. The areas most affected were research, extension, and training, and a fair number of those who retired set up NGOs. As it became apparent that the government would need help, the NGOs took up issues of staff development and reorientation, improvement of management, and recruitment of qualified professionals in agriculture—by so doing, they consolidated their development trail.

Rationale

The rationale of technology generation and development is based on several basic needs. The poor must tap the full potential of modern technology. Scientists must master farmer's problems and make resources available to facilitate the adoption of technology. For most NGOs, however, the major concern is who is holding the technology and the resources. This is expressed in the desire to empower the poor to own their resources and to generate their technology.

Policy Concerning NGOs

The participation of NGOs in the country has been met with mixed reactions over the years. The scale of reaction has shifted from indifference (Mungate 1993) to outright support (Mugabe 1993; Masaya 1994). In 1980, the government was less supportive due to lack of trust and of knowledge about NGOs. In certain instances it was hostile because some NGOs took positions on the ideology of development and also tended to express differences of opinion as to how development should proceed. There was a call for a bottom-up approach by NGOs against a desire for the government to maintain a tight grip on planning. General statements were made on government positions.

"...Government appreciates that NGOs can and do play a vital role in development. With good and open communication and collaboration with Government, they can act as valuable partners in the development process. Silveira House has lived to this image for it has worked hard with the people for many years and has successfully built up a valuable grassroots network. However, I would like to urge you to continue co-operating with the arms of government in order to maximize results" (President RG Mugabe, 7 October 1989).

"Government would want to see better co-ordination by NGOs so that their objectives do not conflict with government... There is still room for policy reform. We therefore have to build machinery to review policies involving NGOs and line ministries" (Masaya, 25 January 1994).

All public statements issued by the government over the years seem to emphasize a number of key issues.

- There is an open desire to resort to a divergence of approach.
- Concern has been expressed on the slow pace of reform [International Services for National Agricultural Research (ISNAR) 1988].
- There is concern at the lack of involvement of farmers in research and extension.
- There is doubt as to the reliability of orthodox institutional arrangements for effecting progress in development.

The NGOs have adopted a welfare approach that is cautious about pinning hopes on technology simulation, which has been frustrated by the scale of production. Lack of finance, difficult market access, and difficult agroclimatic conditions have further frustrated efforts.

Agricultural Diversity

Zimbabwe is a highly diversified country. Table 1 lists sector contributions to the gross domestic product (GDP).

Table 1. Sector contributions to the GDP.

Sector	Contribution to GDP (%)
Agriculture	13
Manufacturing	23
Mining	8
Hotels and restaurants	11
Education	9
Health	9
Pubic administration	9

Source: Central Statistical Office (CSO) 1993.

Contribution to the GDP may not fully illustrate the role of agriculture. Seventy-five percent of the country's population depends on agriculture for their existence in rural areas. Fifty percent of the manufacturing sector is dependent on agriculture for its raw materials and labor. In 1984, 46% of exports derived from agriculture. Twenty-five percent of formal wage employment is provided by agriculture (Madondo 1992).

Agroecological Diversity

Zimbabwe experiences a dual agricultural system. Five agroecological regions define the type of dualism and the pattern of systems practiced in each region. Agricultural conditions become more risky as one progresses from natural region (NR) 1.

For the purpose of this paper the agroecological NRs have been divided into two broad categories:

- NRs 1–2. These regions receive relatively medium to high rainfall (700–1000 mm/annum). Altitude varies between 900 and 1700 m above sea level. High temperatures and high humidity are experienced in summer. There is high plant diversity, which is encouraged by rapid growth due to high precipitation levels. Seventy-one percent of the regions' area falls in large-scale commercial areas (LSCAs) and small-scale commercial areas (SSCAs), while 29% falls in communal areas (CAs). Only 26% of the country's population lives here.
- NRs 3–5. These regions receive low to medium rainfall (400–700 mm/annum). The rainy season starts late and is very short (mid-December to mid-March). Droughts are more frequent, occurring once every 4 years. Recommended farming is livestock supported by drought-tolerant crops. Plant diversity is limited. Eighty-three percent of the country's area falls in these regions and sustains 74% of the population.

Agricultural Research in Zimbabwe

Agricultural research is mainly commodity based and market oriented, and is largely focused towards commercial production. It falls into three categories: public [Department of Research and Specialist Services (DR&SS)]; parastatal [Tobacco Research Board (TRB), Pig Industry Board (PIB)]; and private organizations, which specialize in high-yield varieties and are oriented towards commercial farmers.

What must be noted is that most of the technology developed is for use in NRs 1–2 where favorable climatic conditions prevail. The DR&SS is a government institution within the Ministry of Lands Agriculture and Water Development (MLA&WD).

Government research into communal areas has been largely ignored for the following reasons:

- (a) There have been difficulties in locating research centers in needy areas. Most research centers were built before independence and were intended for white commercial farmers.
- (b) Resources have been inadequate to meet demands for expansion (ISNAR 1988).
- (c) Personnel with the right attitude and a background in systems research have not been forthcoming. Most of the current crop of researchers have felt too insecure to trade on unfamiliar ground (Madondo 1992).

Extent of Involvement of NGOs in Research and Extension

The involvement of NGOs in research is based on four perceived strengths.

- (a) The philosophy of participation—the involvement of beneficiaries in planning and implementation has been accepted in government project formulation.
- (b) Provision of assistance—money and materials—to needy areas, which assists/complements the activities of public services.
- (c) Creation of opportunities for training and research, and hence an integrated approach to development.
- (d) Provision of capital goods, vehicles, infrastructure computer hardware, and scientific material.

The areas of influence of NGOs are shown in Table 2. Several points should be noted:

- (a) Most NGOs take major interest in issues concerning the poor, with women being the central focus.
- (b) The main medium for assisting the 'target' is through provision of general agriculture in the framework of a general education. There are few programs of a specific nature.
- (c) There is a high incidence of vegetable and income-generating projects, which are closely associated with savings or credit and water supply.
- (d) Work on sustainable agriculture is relatively important.

Not many NGOs have ventured successfully into empirical research, but one, Environment Development Activities (ENDA), Zimbabwe, has conducted some work that warrants special mention.

Table 2. NGO activities related to agriculture, Zimbabwe.

Area of focus	Intensity of attention
Women's program	**********
General education	**********
Technical education	****
General agriculture	**********
Orchards	*
Fisheries	**
Maize	***
Groundnuts	***
Millet	*
Seed production	****
Water supply	*********
Dehullers	***
Cereal banks	*****
Savings/credit	*******
Livestock	********
Vegetables	*********
Income generating skills	*******
Sustainable agriculture	**********

Source: NANGO 1992.

The objectives of this NGO concern food security, the environment, technology transfer, and habitat. Its involvement began in 1984 when the country could not produce adequate food stocks as a result of drought (maize was the worst hit crop). ENDA took up work on small grains because of their tolerance and adaptability to marginal areas of the country. Its research methodology lies in empowering and accounting for target groups (Chaguma, Gumbo 1993). It is based on a rationale of encouraging the community to define its own needs, and minimizing external exploitation. Issues at the center of ENDA's food security programs have included the creation of banks of indigenous seeds, nutrition, women and technology in the food cycle, milling of small grain, and integrated grain storage. It has collaborated widely with the DR&SS and Agricultural Technical Extension Services (Agritex), the extension department of the Ministry of Lands. ENDA operates through spearheading participatory methodologies, and designing and implementing appropriate practices.

Other attempts have been made by other NGOs in research, but their effectiveness has been limited. The author's experience of coordinating NGO– government programs over the past 20 years can be categorized at three levels: level 1, joint action; level 2, joint resource use; and level 3, information sharing. Interaction increases as one goes down the hierarchy of levels. Joint action is made difficult by action at cross-purposes defined by power and welfare relations. Resource use is hampered by paucity of resources and red tape on the part of government, and by short-run resource availability that has to achieve immediate goals on the part of the NGO. Therefore, the desire is to appease grass-root requirements more quickly. Information sharing is easiest in that the main source is the government, and, sometimes, the impression of power gives some pride to the information provider.

Difficulties have emerged in program development:

- (a) Coordination is a difficult principle to harness because it does not have mechanisms to enforce its intentions.
- (b) NGO research programs have often posed a threat to government institutions as soon as it becomes apparent that the NGO is taking the limelight.
- (c) Practice has shown that information sharing between institutions has been difficult due to suspicion among NGOs.
- (d) In most NGOs, there are few experts, if any, who are able to carry out research.

Conclusion

Over the past 14 years, NGOs have had limited impact on systems farming in terms of helping farmers out of the squeeze on high external input technology. The strength of NGOs has been in supporting practices and traditional systems. Adaptive research has remained a speciality of just a few NGOs and of the government.

References

Chaguma A, Gumbo, D. 1993. ENDA–Zimbabwe and Community Research.

Government of Zimbabwe. 1978. Government of Zimbabwe–directory of non-governmental organizations.

International Services for National Agricultural Research (ISNAR). 1988. A review of the Department of Research and Specialist Services. A report to the Government of Zimbabwe compiled by ISNAR and the Department of Research and Specialist Services (DR&SS).

Madondo B. 1992. Technology generation and transfer systems. Regional research co-operation. Harare, Zimbabwe: SAREC.

Masaya T. 1994. ngo co-ordination. The Herald 25th January 1994.

Mugabe RG. 1993. NGOs and government programmes. The Herald 28th October 1993.

Mungate D. 1993. Government experience of collaboration with NGOs in agricultural research and extension in non-governmental organisations and the state in Africa (Wellard K, Gopestake, eds.).

NANGO. 1992. Directory of non-governmental organizations in Zimbabwe. Harare, Zimbabwe.

Role of Local Organizations in the Design and Testing of Technology for Agroforestry

Minae, Susan

Malawi–ICRAF (International Council for Research in Agroforestry) Agroforestry Project, PO Box 31188, Lilongwe 3, Malawi

Abstract

The instrumental role of farmers' groups in improving links between development agencies and rural communities is well documented. This paper presents two case studies, based on two types of farmers' group, of participatory approaches to technology development in agroforestry. One case study concerned the initiation of a participatory farmer-designed trial. The women's group involved was responsible for all aspects of technology design and testing. In the second case study, a self-help irrigation scheme formed the basis of a researcher-designed farmer-managed trial that used a consultative approach. The research team designed a 'best bet' prototype, while the farmers' group was responsible for managing the trial. In both trials, technical information and basic materials were provided by the researchers, who also facilitated group interactions. Performance was monitored through field visits and farmer review workshops. This paper describes the features of participatory approaches with particular emphasis on the group dynamics involved in decision making processes. Assessments are made of the contributions of groups and individuals to elements of technology design, and the potential of the participatory approach for tapping indigenous knowledge systems is explored. Comparison of the activities of each group identifies the mode of operation and the elements necessary for a successful participatory approach for farmer-designed agroforestry technologies. Our conclusion is that group action is sustainable when communal cooperation has comparative advantage. The extent of farmers' contributions to design elements depends on their knowledge of the particular technology. New and complex agroforestry technologies require the provision of technical information, while an appropriate form of technology transfer accommodates elements of farmer adaptation.

Résumé

Le rôle des organisations locales dans la conception et l'expérimentation de technologies agroforestières

Le rôle clef des groupes d'agriculteurs dans l'amélioration des relations entre agences de développement et milieu rural a fait l'objet de nombreux travaux. Les deux études de cas présentées ici portent sur des approches participatives appliquées à la mise au point de technologies agroforestières. Une expérimentation participative, reposant sur un groupe de femmes, a été mise en oeuvre ; ce groupe était chargé de la totalité de la conception et de l'expérimentation de technologies. Dans le second cas, il s'agissait d'une approche de type «consultatif», basée sur une expérimentation conçue par les chercheurs et gérée par les agriculteurs, dans le cadre d'un programme d'irrigation en auto-assistance. L'équipe de chercheurs avait conçu un prototype «favorit», laissant aux agriculteurs l'entière responsabilité en matière de gestion de l'expérimentation. Les chercheurs ont assuré l'animation des groupes et la fourniture de tous les documents et informations techniques nécessaires dans l'un et l'autre cas. Le suivi des opérations s'est fait sous forme de visites de terrain et de réunions de synthèse réunissant les agriculteurs. L'auteur décrit les caractéristiques des approches participatives, en mettant l'accent sur le facteur dynamique de groupe dans les processus de prise de décisions. Il souligne l'importance de l'évaluation des contributions individuelles et collectives en matière d'éléments de conception, et étudie la potentialité des approches participatives dans le recours aux savoirs locaux. Il compare les activités de chaque groupe, en identifiant le mode de fonctionnement et les éléments nécessaires au succès de l'approche participative concernant les technologies agroforestières conçues par les agriculteurs. Il apparaît en conclusion : que l'action de groupe est viable lorsque la démarche collective présente des avantages comparés ; que le degré de contribution des agriculteurs à la conception d'éléments dépend de la connaissance qu'ils ont de la technologie en cause ; que, dans le cas de technologies nouvelles et complexes, il faut leur fournir l'information technique correspondante, et procéder à une sorte de «transfert de technologie» leur permettant de s'y adapter.

Introduction

It is now widely accepted that farmers should be involved in technology development, but the approaches and procedures to facilitate and integrate their participation remain controversial. Traditional approaches to research involve farmers at the technology validation phase (Raintree 1993). Experience has shown that this may be too late. It is more cost-effective to incorporate farmers' perspectives at an early stage to reduce the resources wasted on ill-designed technologies (Atta-Krah, Francis 1987).

Newer approaches such as farming systems research (FSR) and farmer participatory research (FPR) have been receiving attention (Holden, Joseph 1990). Participatory research methods aim at integrating farmers' ideas and opinions in technology generation (Ashby 1991; Chambers 1983) and are typically group-oriented. They focus on the resources, constraints, and preferences of the target groups in their efforts toward creating wider and sustainable development (Blackie 1989).

Researchers are attempting to identify areas and ways in which agroforestry can contribute to the welfare of resource-poor households. Rocheleau (1988) argued that the 'user perspective' ensures that farmers' preferences and constraints are considered; it is also useful in the selection of multipurpose trees (MPT) and in the design and testing of technology prototypes. Participatory on-farm research in agroforestry has dealt with issues such as the identification of the technological attributes desired by farmers, understanding of the process whereby agroforestry is integrated into farming systems, and determination of farmers' criteria for evaluating agroforestry technologies (Ndufa et al 1992).

Background and Objectives

The study reported in this paper was conducted as part of the Malawi–ICRAF (International Council for Research in Agroforestry) Agroforestry Research Project in Lilongwe, Malawi. The project team's mandate is to conduct on-farm research to identify and evaluate the socioeconomic potential of agroforestry technologies (Minae 1992). As part of the ongoing research agenda, two farmer participation trials were initiated. These involved the Nathenje Women's Group and the Mchenga Self-Help Irrigation Scheme (Table 1).

The objectives of the study were twofold: (a) to improve our understanding of how farmers perceive agroforestry technologies by observing and comparing farmer-design elements, management methods, and adaptation of agroforestry technologies, and (b) to compare farmers' responses to two different approaches by observing group dynamics in terms of participatory features and input to technology design.

The research undertaken with the Nathenje Women's Group was based on what Chambers and Jiggins (1987) called the Farmers-First and -Last (FFL) model. This model is based on a high level of participation and places the emphasis on farmers designing, managing, and evaluating research activities, while the researcher acts as facilitator. The objectives of the study were to:

- assess farmer prioritization of agroforestry technologies by identifying which tree species they planted and why;
- farmer-design elements by observing the niches and arrangements used and the management provided;
- identify the elements of an effective group approach by differentiating between communal and individual activities.

In the case of the Mchenga irrigation scheme, a consultative approach (Raintree 1993) was used. The research team proposed a 'best bet' prototype to farmers, who then evaluated its performance. The interest of this trial lay in:

- observing how the farmers managed and adapted a new and complex agroforestry technology;
- eliciting the criteria used by the farmers to evaluate the performance of agroforestry technologies;
- describing communal management and the decision making process.

Research Approach

Group participation was a feature of both case studies, and similar activities were used to provide farmers with relevant information There was one major difference between the two approaches: in the consultative model, the farmers were mainly involved in evaluating the performance of a specific agroforestry technology, whereas in the participatory model, all elements of technology design were developed by the farmers. Hence, the interest of the participatory model lay in identifying the types of agroforestry technology developed by the farmers using their indigenous knowledge, while the consultative model was used to monitor farmers' adaptations of a specific technology to their environment. Each group was observed as it conducted its business and notes were made on the management and use of individual and communal resources, and on the distribution of benefits. Farmers' design elements and the performance of technologies in each trial were monitored.

Participatory Model

Methodology

The participatory approach involved five main elements: (a) several planning meetings to provide technical information, (b) a field tour to expose farmers to different potential agroforestry technologies, (c) internal consultations between members to create intragroup dynamics and decide upon technical and organizational procedures, (d) several training and demonstration sessions to provide specific technical information, particularly on nursery management and tree planting procedures, and (e) farm visits to observe the trial and to advise on individual farmer's problems. Frequent discussions were required to give farmers the confidence to try out their own ideas and to express their opinions. The technologies were monitored for performance during field visits. Features of group

Table 1. Organization, structure and activities of the two groups involved in the case studies, Malawi

	Mchenga Self-Help Irrigation Scheme	Nathenje Women's Group
Background	Self-help irrigation scheme. Established in 1992 to promote year-round vegetable production activities.	Women's group. Established in 1989 to encourage female farmers to organize income-generating
	Initial capital and operational funds granted by the United States Agency for International Development (USAID) and the Israeli government.	Small amounts of credit from the Malawi government. Women's Program
	Technical support provided by the Israeli government; additional support provided by local extension staff.	Technical support of local extension staff.
Membership	About 68 household members including 16 female heads.	About 45 women (husbands occasionally involved
	All members belong to the same village.	Members belong to four neighboring villages, which form four subgroups.
Leadership	An active, charismatic, and well respected village headman	Each subgroup has its own elected .chairperson. One of the criteria for leadership is the husband's standing in the village.
	One committee has overall management responsibility; various subcommittees handle specific tasks.	Each subgroup has its own committee.
Procedures	Well established constitution and strict rules.	Organizational framework is weak and obscure.
	Members meet regularly to execute field work and discuss issues.	Meet occasionally as the need arises.
	Regular visits by the technical adviser.	Occasionally visited by field staff.
	Lack of compliance with the rules results in loss of membership or a heavy fine.	Low participation in group activities results in a fine.
Structure	Group set up expressly to run an irrigation scheme.	Group set up to address gender issues in development.
	Production is run on a communal block, but each farmer. manages his own plots (total of 0.7 ha per member)	Activities (eg, feeding steers, hiring out labor) are run on a communal basis.
	Communal duties (eg, watering) are shared.	Communal activities (eg, watering seedlings) are shared.
	Standardized, regularized management techniques are applied individual plots on the scheme's farm.	
	Farmers must work on the individual plots at fixed times.	
Performance	Very rigid, but efficient, organizational structure.	Organizational arrangements require support.
	Requires regular technical support.	Leadership needs strengthening.
	Has high economic potential.	Problems due to confusion between group activities and individual benefits must be resolved.
	Clearly defined benefits to individual members.	Individual benefits should be increased to motivate communal cooperation.

participation were monitored by observing interactions occurring during meetings and noting issues raised at review meetings.

Results

There is a clear distinction between group and individual farmer design elements. The group preferred to operate tree nurseries on a communal basis, but to plant and manage the trees on an individual farm basis.

Communal design elements

The women's group identified a need for exotic fruit trees and chose to plant them as their first priority. The provision of fuelwood and building poles was the second priority. Exotic MPT dominated the selection of priority species. Soil fertility improvement was considered to be the next most important factor. Farmers expressed an interest in planting *Acacia albida* (a species known locally to improve soil fertility). Although farmers were aware of hedgerow intercropping, they preferred to observe how it performed on a demonstration plot before committing themselves to a decision. Problems caused by browsing in the first year resulted in the introduction of livefencing.

The organizational structure implemented within each group included the allocation of responsibilities for nursery management, and procedures for the distribution of seedlings for both individual and group purposes. The group

decided to establish and manage a communal woodlot, and requested the research team to establish demonstration plots on hedgerow intercropping, fodder banks, and mixed intercropping with fruits.

Individual design elements

Besides fruits, the need for fuelwood and building materials dominated individual farmer's choices, as shown in Table 2. Most farmers (56%) preferred to plant trees around homesteads. Farm boundaries, woodlots, and *dimba* gardens (low lying wetland plots used for summer vegetable production) were also used, but to a lesser extent (Table 3). *Acacia albida* was mainly planted in cropland. Although the arrangement and spacing varied, there were similarities between farms testing similar types of.technology.

Typically, poor management and low protection of individual plots resulted in a low survival rate (about 57%). Livestock and termites, the main culprits, caused tree loss. Farmers admitted that they had not realized the extent of the browsing problem, and suggested fencing the plots in the future.

impressions of the green manure bank and of plans for agroforestry activities.

Results

Field visits and discussions from the review meeting indicated that agroforestry activities had been integrated into the project and had been organized and executed communally, similar to other activities. Farmers indicated that they preferred green manure banks to hedgerow intercropping because interaction between trees and vegetables is limited and crop rotation can be more easily organized within the block. Hedges can hinder the movement of water pipes. The farmers' rationalization of their preference for green manure banks paralleled some of the researchers' design considerations.

As the green manure bank is immature, farmers are not yet using the leaf biomass and no adaptations have been made to date. It is envisaged that the leaf biomass will be distributed equally among members and applied to plots with depleted soils. The farmers expect that plots with high nutrient requirements (eg, cabbage, lettuce, and maize plots) are the most likely to respond positively.

Table 2. Percentages of farmers of the Nathenje Women's Group who planted various tree species for specific purposes, Malawi.

Species	Timber	Fuelwood	Building material	Soil improvement
Cassia siamea	1%	14%	14%	0%
Toona cilliata	10%	17%	10%	0%
Acacia albida	0%	3%	0%	6%
Eucalyptus saligna	1%	9%	14%	0%
Total	12%	43%	38%	6%

Table 3. Percentages of farmers of the Nathenje Women's Group who planted various tree species in specific niches, Malawi.

Species	Homestead	Cropland	Farm boundary	Woodlot	*Dimba*
Cassia siamea	22%	1%	2%	1%	0%
Acacia albida	2%	12%	0%	1%	2
Eucalyptus saligna	13%	1%	0%	1%	13%
Toona cilliata	19%	1%	1%	1%	6%
Total	56%	15%	3%	4%	21%

Consultative Model

Methodology

The adviser of the irrigation scheme asked the agroforestry research team to recommend a low input agroforestry technology to alleviate declining soil fertility in the scheme. The researchers suggested that a green manure bank be used and advised livefencing around the entire plot to protect it from browsing in the dry season. Livefencing was practiced locally, whereas the concept of a green manure bank was completely new. The recommendations were discussed with the scheme leadership who, after internal consultation, indicated that the farmers were interested in testing the two technologies.

The research team also organized training and demonstration sessions to provide the farmers with technical information. A field tour was hosted to expose farmers to alternative agroforestry options. A review workshop was held to receive feedback from the farmers on their

Apart from their requirements for the irrigation scheme, farmers also expressed interest in other agroforestry technologies for their upland plots. Their projects resembled those of the women's group, but in addition they wished to establish a communal woodlot to produce wood products for sale.

Table 4 summarizes each group's agroforestry activities and the results.

Discussion

Observations comparing the two approaches indicate that participatory contribution is achieved if farmers are familiar with a technology. Group review meetings revealed that farmer contribution to technology design in terms of preferred species, niches, and arrangements, reflects previous exposure to exotic species. Though farmers can prioritize their problems, their choices of agroforestry

Table 4. Outline of the approaches to agroforestry activities taken by the Nathenje Women's Group and the Mchenga Self-Help Irrigation Scheme, Malawi.

	Nathenje Women's Group	Mchenga Self-Help Irrigation Scheme
Overall research approach	Participatory Group identified problems, needs, and possible agroforestry technologies.	Consultative Group identified problems and researchers suggested options.
Research activity	Mainly farmer designed and managed. Technical advice and materials provided.	Researcher designed, farmer manager. Technical advice provided by researchers and by researchers and extension agents.
Agroforestry technologies	Vary in design, but consist in scattered planting around the homestead, the farm/home compound, and mini woodlots.	Green manure bank for leaf biomass transfer to improve soil fertility. Livefencing to protect the block from browsing in the dry season.
Farmer need assessment	Prioritized as: fruit trees, fuelwood and building poles, Livefencing to protect.	For the scheme: soil fertility and livefencing. Individual farmers: trees for wood production and to improve soil fertility in upland plots.
Farmer design elements		
Species	Fruits: citrus, pawpaw, mango, banana. Wood production: *Cassia siamea, Cassia spectablis, Eucalyptus saligna, Toona ciliata.* Soil fertility: *Acacia albida. Livefencing: Caeselpinia decapetala.*	
Niche	Around the home compound, in mini woodlots, and along the farm boundary for wood products.	
Management	Mainly fencing and individual tree protection.	Protection from livestock, weeding, and pruning.
Decision making	Discussed within the family units, but men have the final say.	Women do not have the final say as the land belongs to their husbands.
Group design elements	Nursery management, shared duties and responsibilities. Distribution of seedlings among members.	Nursery management, shared duties on a communal basis. Distribution of leaf biomass among member plots.

technologies are limited to what they know. Their concept of agroforestry technologies, as illustrated by the participatory model, is limited to the planting of trees that require minimum management.

Consultative approaches may be better when new technologies are introduced. For instance, in the case of agroforestry technology to alleviate declining soil fertility, farmers restricted themselves to planting *Acacia albida* under mixed intercropping, because that is the technology they knew. However, when a technology was proposed to farmers in the irrigation scheme, they were able to use what they knew about irrigation requirements to rationalize why green manure banks would fare better in the system. This indicates a need for the provision of technical information on new technologies. At the same time, farmers should be encouraged to adapt the technologies to their own resource base and needs.

Communal activities are sustainable if individual members' benefits are clearly defined and if group activities are agreed on by the members. There should be an obvious comparative advantage of participation in a communal activity. For instance, both groups prefer to organize tree nurseries on a communal basis, but plant the trees in individual plots where each farmer has better control of utilization.

Gender concerns are also important. Women indicated that they are more free to discuss issues if men are not present. However, they did feel that occasional joint meetings were necessary so that the men could receive first-hand information. It is easier for the household decision making process if men participate in identifying solutions, rather than the women having to report to them, especially if cooperation or assistance is required. In addition, though intrahousehold discussion prevails, the final decision rests with the males. Consequently, some women expressed insecurity by indicating that they may be reluctant to plant trees with long gestation periods or for which production would be controlled by the men if they were not sure how they or their children would benefit from the system.

Conclusion

When farmers are familiar with the technology their contribution to technology design can include the entire spectrum of the development process. However, they do still require technical information to facilitate their decision making process. For new and complex technologies, farmer participation is constrained by a lack of information. In such cases it is better to provide farmers with alternative prototypes and then to observe the types of adaptations they make. The mode of participation should be dictated by what one hopes to achieve.

Farmers groups are important in participatory research because they reinforce individual farmers' assessments of problems. They are important when communal action is

required and are a good barometer for reading farmers' priority problems and needs. However, for participation to be effective, it is important to understand the working relationships between members.

Acknowledgment

A truly participatory on-farm research activity involves many people, all of whom have vital tasks. There are the extension services field staff and the research technicians who maintain close and regular contact with the farmers. The office staff provides secretarial support and helps to organize meetings. Certain colleagues provide the technical information, sometimes sticking their necks on technologies that are not 'ready'. Most important are the farmers, who must sometimes wonder why we ask so many questions about rather obvious things. My task as reporter has been made easier through their cooperation and support. Credit goes to the entire team, and I thank them all. I also wish to thank the Rockefeller Foundation which provided the grant that enabled this study to be undertaken.

References

Ashby JA. 1991. Adopters and adapters: the participation of farmers in on-farm research. Pages 273–286 *in* Planned change in farming systems: progress in on-farm research (Tripp R, ed.). Chichester, UK: John Wiley & Sons Ltd.

Atta-Krah AN, Francis PA. 1987. The role of on-farm trials in the evaluation of composite technologies: the case of alley farming in southern Nigeria. Agricultural Systems 23:133–152.

Blackie MJ. 1989. International science and the research needs of agriculturally dependent communities in southern Africa. Agricultural Systems 31:169–183.

Chambers R. 1983. Rural development: putting the last first. London, UK: Longman. 246 pp.

Chambers R, Jiggins J. 1987. Agricultural research for resource-poor, part I: transfer-of-technology and farming systems research. Agricultural Administration and Extension 27:35–52.

Holden ST, Joseph LO. 1990. Farmer participatory research and agroforestry developmenta case study from northern Zambia. Agricultural Systems 36:173–189.

Minae S. 1992. Malawi–ICRAF on-farm agroforestry research progamme: annual report for 1990/91 period. Nairobi, Kenya: International Council for Research in Agroforestry (ICRAF). 62 pp.

Ndufa JK, Ohlsson E, Shepherd KD. 1992. Participatory research methods for agroforestry technology development in western Kenya. Nairobi, Kenya: International Council for Research in Agroforestry. 15 pp.

Raintree JB. 1993. Farmer participation in on-farm agroforestry research. Winrock International F/FRED, 11 pp.

Rocheleau DE. 1988. The user perspective and the agroforestry research and action agenda. Pages 59–87 *in* Agroforestry: realities, possibilities and potentials (Gholz HC, ed.). The Netherlands: Martinus Nijhoff.

Farmers' and Community Organizations in Agricultural Research and Extension: Functions, Impacts, and Questions

Bebbington AJ[1]; Merrill-Sands D[2]; Farrington J[1]

[1] Overseas Development Institute, Regent's College, Inner Circle, Regent's Park, London, UK NW1 4NS
[2] International Service for National Agricultural Research (ISNAR), PO Box 93375, 2509 AJ The Hague, The Netherlands

Abstract

This paper reviews recent evidence on: the nature and number of small farmers' organizations; the problems in creating and sustaining them; the case for involving them in research and extension (R&E); their ability to perform R&E functions; and their impacts. The paper argues that, if we are serious about fostering the external forces needed to give research organizations an important element of client-responsiveness, investments will have to be made in developing local farmers' associations. These organizations will need support in strengthening their managerial and administrative skills. They will need to develop the capacity to attract funding, not only from their members, but also from external donors or national foundations. A sound financial base is crucial, as their ability to exert leverage over research organizations will be enhanced if they have funds to contract research. They will need to develop the capacity to negotiate with policymakers and government institutions and they will need the technical skills required to diagnose and prioritize the needs of their members and communicate these effectively to research. Nonmembership nongovernment organizations (NGOs) have a role to play here. Clearly this will be a long-term process of institutional development, but one, we would argue, likely to yield significant benefits in terms of positive sustainable agricultural development.

Key words

Farmers' organizations, research, extension, service provision, advocacy, accountability.

Résumé

Les organisations agricoles et rurales dans la recherche et la vulgarisation agricole : rôle, impact et questions

Cet exposé recense les enseignements récents sur : la nature et le nombre d'organisations de petits exploitants agricoles ; les problèmes liés à leur création et à leur maintien ; leur implication éventuelle dans la recherche et le développement (R&D) ; leur capacité à assumer des fonctions de R&D et leur impact. L'exposé affirme que, si nous voulons sérieusement stimuler les forces extérieures nécessaires pour donner aux organismes de recherche une sérieuse chance de bonne réaction-client, nous devons envisager d'investir dans le développement des associations agricoles locales. Ces organisations auront besoin d'aide pour renforcer leur expérience en gestion et en administration. Elles devront développer leur capacité d'accès au financement en s'adressant non seulement à leurs membres, mais à des donneurs extérieurs ou à des fondations nationales. Une base financière saine est essentielle, car leur pouvoir contractuel augmentera vis-à-vis des organismes de recherche. Elles devront développer leur pouvoir de négociation avec les décideurs politiques et les instances gouvernementales et devront avoir les compétences techniques nécessaires pour évaluer les besoins de leurs membres, leur donner la priorité et les communiquer correctement aux organismes de recherche. Les ONG (Organisations non gouvernementales) qui ne sont pas membres de ces associations ont elles-aussi un rôle à jouer. Il s'agira, en vérité, d'un processus d'évolution institutionnelle à long terme, mais qui, nous sommes prêts à l'affirmer, apportera des résultats significatifs en terme de développement agricole durable.

Introduction

Farmers are increasingly involved in the screening of technologies and even of ideas about technologies at a stage well before the researcher has much understanding of the nature and performance of that technology. Examples of this include the variety screening work at Pakhribas Agricultural Centre (pers. comm. Khadka, 1993) and bean breeding at the Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Colombia (Ashby 1991).

Yet as these experiences have moved forward, more recently there is growing concern that the limits and costs of farmer participatory research have not been given due attention (*eg*, Okali, Sumberg, Farrington 1993). Similarly, Ashby (1991) asks how farmer participation in agricultural research and extension (R&E) can be 'scaled up' without incurring excessive costs or jeopardizing quality.

Even federations representing farmers have pointed to some of the drawbacks of conventional farmer participatory research and on-farm research. The International Federation of Agricultural Producers (IFAP), for instance, has commented that when individual farmers are the researchers' point of contact, there is nothing to ensure that other farmers will learn from the experience: participation in those instances is often limited to the handful of farmers who have plots on their fields (IFAP 1990).

One suggestion for resolving these concerns is to involve farmers' organizations in the research process. This would also imply changes for extension, which would be oriented toward forming these organizations and strengthening their capacities, and hence working with contact groups of rural people.

But examination of the capacity of these organizations, and indeed of who participates in their activities is needed before steps are taken in these directions. We may be expecting them to be more representative of the needs of the rural poor than is the case. We also need to take a closer look at the nature of the organizations as there are in fact great differences among the different types of organization.

We should also be aware that farmers' organizations may question a role in which they assist the state in cutting costs. They may adopt a more critical posture in which they will pressure public R&E services to become more farmer-oriented in order to ensure more effective feedback of farmer concerns into the adoptive planning of research.

A further problem that arises when agricultural R&E begins to interact with groups is that the distinction between research and development becomes even more blurred. Many of the possibilities that group formation and strengthening bring—such as strengthening rural civil society, and increasing the scope for rural people to conceive and manage their own self-development initiatives—are what makes a focus on groups consistent with donor priorities such as strengthening civil society and increasing the sphere of private activity. But it may not be appropriate to expect agricultural researchers to get drawn into such activities, because their time is most effectively spent doing research. A tension is created where farmers (and donors) expect more from researchers (*eg*, Dugue 1993). If this additional support is not given, it may complicate the quality of the relationship between researcher and farmer. This implies that in working with groups, agricultural researchers will also benefit from the presence of a third party—often a nongovernment organization (NGO)—that will be concerned to respond to these additional demands. Similarly, in those cases where researchers do begin to create groups of farmers [*eg*, on the Agricultural Technology Improvement Programme (ATIP) in Botswana (Heinrich 1993) and on the Farmer Innovation and Technology Testing Programme (FITTP) in The Gambia (Gilbert 1990)] the question arises as to how, and by whom, the group should be supported so that it survives beyond the research program.

Nature and Number of Local People's Organizations

Types of Local People's Organization: Customary and Created

By customary institutions, we refer to those relationships that have long been the basis of social organization. These would include kin networks, tenure rules, local concepts of 'the community', the rules governing gender relationships, local criteria determining who has authority, and how decisions are made. These are the rules and institutions that are most deeply bound into the organization of rural life, and which make most sense to, and have most hold over, rural people (Moorehead, Lane 1993).

By nontraditional organizations we refer to that range of groups that have been created in some measure by external forces and interventions, generally within recent history. Here, at local level, we have associations, cooperatives, credit groups, women's groups, landless laborers groups, *etc*. At regional level, we have federations of communities or cooperatives, savings and loans societies, *etc*. The diversity of these organizations is illustrated in an overview of farmers' organizations in Kenya (Wuyts 1993). Wuyts has identified five main types of farmers' organization [in addition to other types of rural people's organization (RPO)]: local groups, community groups, local societies (grass roots cooperatives), district unions (unions of cooperatives), and national unions (cooperatives with a national mandate—many have a commodity focus). In general, these organizations have been created with a specific purpose in mind—sometimes when that purpose (such as gaining access to project support) comes to an end, so does the organization (Röling 1988; Bebbington et al 1993). In other cases, however, an organization may have become sufficiently independent and effective to outlive the initial stimulus for its creation.

Some of the local organizations that it is assumed will take on increasing roles in resource management and R&E are customary institutions: community groups defined by their common access to common property, *etc*. On one level, then, it might appear that efforts to build on these groups will be more likely to succeed because they will make more sense to local people and will be consistent with local forms of conduct.

Mosse (1993), for instance, argues on the basis of evidence from the Kribhco Rainfed Farming Project in western India, that village appraisal and planning initiatives that did not build on existing authority structures were likely to be obstructed by village leaders. A similar lesson comes from the experience of an NGO R&E project in the Bolivian Andes, which tried to create village-level counterpart organizations. The committees and presidents of the organizations were elected on a one-person one-vote system at odds with local

tradition where authority and leadership went only to older members of the community on the basis of age, inheritance, and rotation of leadership roles. The organizations created by the NGO project attracted the interest of young adults, who saw them as a means of gaining the authority that traditional rules did not allow, thus creating parallel authority structures (Rivera-Cucicanqui 1990).

In general, the creation of new organizations can cause divisions rather than empowerment and can generate 'backlash' from existing institutions. On the other hand, the examples also show that customary institutions are not necessarily equitable nor representative. Nor, in the specific instance of R&E, will dealing with customary institutions reveal all dimensions of local knowledge, because particular groups are often excluded (Fairhead 1990; network communication Sperling, 1993).

Commercial Farmers' Organizations

Although our focus is on resource-poor farmers, there are also organizations of commercial farmers that exist at subregional and regional levels. In some cases these may involve rich and poor farmers, and/or may generate spillover benefits for poor farmers (Sims, Leonard 1989; Tendler et al 1988) as a consequence of their own R&E activities, or of their interactions with public institutions. In a number of cases these organizations have achieved participation in research planning—for examples of CIAT Bolivia, see Bebbington and Thiele (1993). Thus in considering what type of local organization to work with, a first step may be to assess what can be learnt from the prior experience of commercial farmers' organizations.

Problems in Creating Local Organizations: Costs and Sustainability

Where appropriate organizations are weak or nonexistent, efforts may focus on creating new ones. But to do so may generate social costs (see above), high financial costs, and problems of sustainability. Indeed many organizations come to an end after the project (Röling 1988), thus limiting their impact on civil society.

Cost Questions

There has been little systematic work on the costs of creating local organizations. An exception is Romanoff's (1990) work with CIAT: investigation of cassava producers' and processors' organizations in Colombia and Ecuador revealed an average of 110 to 121 days of work required to create a group of 10 to 30 members. Romanoff suggests that there is little scope for improving the cost benefit ratio by increasing the size of group to above 25/30 because of the higher drop-out rates. Smaller groups worked better because they were based on kinship and neighborhood networks.

However, costs could be reduced from US$105 000 to US$3000 by increasing interaction among groups, training peasant promoters to be employed by the federation, and passing on extension work to them. This happened in Ecuador, but in Colombia the project used much more senior professional and researcher time, and consequently remained very expensive. Furthermore, in Ecuador, although by 1989 project costs had totalled US$618 000, the federation was selling US$300 000 of processed cassava per year.

Questions of Organizational Sustainability

Organizations emerge often in response to particular local problems and particular opportunities (Garforth 1993). But the reasons for rural groups' participation in R&E are often quite different from researchers' reasons (Long 1992; Nuitjen 1992). The aim of a rural group may be to gain access to resources, or to enjoy the prestige of working with a project, in which case it is unlikely to survive beyond the life of the project.

Aside from the need for the catalyzing effect of a problem or opportunity, organizations are more likely to emerge and be sustainable in environments where there is local commitment to the idea of collective action, and where historical factors are conducive. Thus, from evidence in Ecuador, Bebbington et al (1993) concluded that the factors most likely to lead to a sustainable and strong organization are that:

- (a) the organization is engaged in activities that generate income for members and for the organization's own administrative costs;
- (b) the environment provides sufficient political freedom to allow the emergence of organizations, and provides sufficient opportunities for economic viability;
- (c) the organization and its members receive long-term support, *eg*, in popular education, literacy, and organizational training.

From West Africa, Gubbels (1993) concludes that the political environment has often obstructed the emergence of local organizations. In Romanoff's (1990) example, a critical factor in the success of creating organizations in Ecuador was that the advisors identified a lucrative, local, and accessible market for processed cassava—an enabling economic environment. In Mali, a cotton development company found that long-term literacy and administrative training were important prerequisites to strong village associations (Sada Sy, Yero Bah 1989). From Senegal, Mercoiret et al (1990) suggest that organizations are strengthened and more likely to be sustainable when they have an impact on family income.

Efforts to create enabling environments of this type require activities beyond agricultural researchers' perception of their own mandate (Dugue 1993). Once the decision is made to work with groups—and, above all, where groups need to be created or strengthened—researchers may find themselves moving into a development activity for which they have neither the skills nor resources. This implies that the best way to work with groups is to link with an existing development program—NGO or government. On the other hand, R&E will not necessarily be the main priority for the NGO or development program, and so some negotiation over the level of support they can give to research issues will be necessary (Mercoiret et al 1990).

The Case for Involving Farmers' and Local People's Organizations in Research and Extension

In functional terms, rural peoples' or farmers' organizations can perhaps play three different types of role (Bebbington 1991):

(a) Firstly, they can provide an interface between the R&E mandates of development agencies and the production and living conditions of the resource-poor farmer population (Box 1987). A farmers' organization can, for example, direct the agency to expert farmers, use its meetings for discussion of the agency's agricultural work, provide locally relevant knowledge, and facilitate extension activities through its own networks, news sheets, radio programs and meetings.

(b) Secondly, they can act as what Röling (1988) calls a 'user constituency' for the rural poor. That is to say, they can exert pressure ('demand-pull') on public-sector and nongovernment agricultural agencies to orient their work to the needs of the rural poor (Röling 1988), so strengthening also their accountability.

(c) Thirdly, they can perform active roles in the generation and extension of agricultural technologies in programs that they control and administer themselves (Bebbington 1989). These are characterized by farmer-to-farmer extension, seed and input distribution systems, and mechanisms for sharing lumpy technologies (Romanoff 1990; Fujisaka 1989).

These functions may lead to positive impact on five aspects of the generation and distribution of agricultural technologies: efficiency, effectiveness, equity, demand orientation in research, and empowerment of rural people (Garforth 1993). We return to these later.

Local Organizations' Ability to Perform Functions in the Research and Extension System

Rural People's Organizations as Interfaces with Research

Perhaps the main experience so far of research interaction with local organizations has been of local organizations providing a 'way in' for researchers and feedback on local conditions, and allowing researchers contact with more farmers. Thus, in the ATIP in Botswana (Heinrich 1993), members of a newly formed group choose which technologies they wish to test from a basket of options presented by researchers. At monthly meetings they are able to discuss their experiences with each other and with researchers, thus generating data that feeds back into station research.

Existing organizations can also serve to fulfil this interface function. They can help the researcher identify 'representative' farmers and different agroecological zones in a region, and can help monitor trials through their own promoters—*eg*, for an experience in Mali, see Sada Sy and Yero Bah (1989), and for one in Ecuador, see Bebbington (1993). They can also provide a forum for prioritization of research problems.

Rural People's Organizations as Users' Constituencies

Rural people's organizations can use contacts with researchers to exert pressure in a number of ways—*eg*, in highland Ecuador, community meetings were used to exert informal pressure on the allocation of external resources (Bebbington 1989).

In Senegal, the Comité d'action pour le développement du Fogny (CADEF) is a strong farmers' organization comprising a federation of 40 village-level farmers' groups. It insisted on approving all aspects of a joint NGO/GO development program before implementation. Mercoiret et al (1990) suggest that CADEF's influence required the NGOs to:

- continually justify to the organization any proposed research and to show the links between research and concrete actions;
- promptly process any research data and return it quickly to the community;
- consult and inform farmers throughout the R&E process;
- enhance the ability of staff to do the work they were in fact responsible for.

To fulfil these roles, the local organization must have the ability to negotiate, self confidence, financial resources to allow autonomy, and, perhaps, even the possibility of contracting-in alternative support. As Mosse (1993) argues for the case of Kribhco, rural peoples need many skills if they are to exercise such pressure and to move from identifying a problem to formulating a program of action. To develop these additional skills requires other techniques of animation, awareness raising, nonformal education or community problem solving. These are beyond what researchers can provide, but are likely to lie within the mandate of, for example, NGOs.

The CADEF experience points to another way in which local organizations can exercise influence—by direct involvement at institutional level in R&E planning and monitoring, as was the case in Chile and Colombia with the reform of National Agricultural Research Systems (NARS), and, more recently, in Mali (Merrill-Sands, Collion, forthcoming).

There are, however, limitations to the effectiveness of these arrangements: farmer representatives are often intimidated, and say little in an unfamiliar setting. Also, researchers tend only to invite the more cooperative farmers onto such committees (Wuyts 1993).

A potentially far more influential means of exercising influence is through the purchase of R&E services. Few RPOs have this financial capacity (without grants). However, one organization that does is the Union of Associations of Producers and Processors of Yuca (UAPPY). By 1992, UAPPY had become the point of contact between yuca producers in the province of Manabi and the local NARS research station. In some cases, it used a combination of grants and funds generated by income from its processing, marketing, and membership work to fund the NARS to do specific research on cassava production and processing (pers. comm. Poats, 1993). Elsewhere—*eg*, in Peru (IFAD 1991) and in Guatemala (pers. comm. Katz)—'research

funds' or 'community funds' are being considered to allow RPOs to purchase research and technical assistance. However, to use these funds effectively, the RPOs will need support of the kind enjoyed for over a decade by UAPPY in problem prioritization, in making applications, and in managing grants.

In the meantime, the creeping privatization of NARS must be accompanied by retention of a mandate to respond to the poorest farmers if NARS are not to become the servants of the wealthy.

Rural People's Organizations: Self-Managed Research and Extension

Beyond being an interface, some RPOs such as the federations of rural communities in highland Ecuador (Bebbington 1989) have their own modest adaptive research, demonstration, and extension programs. These offer researchers another 'way in', *ie*, through supporting and strengthening existing work in the organization (Ashby 1991). However, it must be stressed that the quality of is often weak in these programs—though not always, see Trujillo (1993). Often, RPOs are also dependent on external funding. Only in a few cases of high-value products (*eg*, Healy 1988; Trujillo 1993) is there evidence of movement towards self-financing programs.

Impacts of Rural People's Organizations on Research and Extension

What do we know about the real impacts of the R&E functions performed by RPOs? So far, very little. The following sections use Garforth's (1993) five categories (see above) to organize some of the available knowledge.

Efficiency and Effectiveness

To work with an RPO will increase the cost-effectiveness of researcher time by allowing contact with more farmers and allowing researchers to establish more trials and/or generate more data—an example is provided by Senegal where an NARS researcher was able to establish 50 trials with one farmers' organization (Dugue 1993). Much systematic evidence on the scaling-up of researcher impact has come from the ATIP in Botswana (Heinrich 1993; Heinrich, Modiagotla, 1993; Norman et al 1988), which influenced the FITTP in The Gambia (Diallo, Senghore 1990).

After 7 years of experience, Heinrich was able to list the benefits of working with groups (Heinrich 1993). Specific benefits included: higher adoption rates; wider discussion of, and access to, knowledge; higher awareness of researchers; and more replications.

More general benefits have been: increased capacity of a resource-constrained research program through increasing the amount of research conducted per unit of researcher time, and through increasing its relevance; improved links between on-farm and on-station research; improved links to extension, and stronger farmer-to-farmer extension.

Notwithstanding the caveats noted earlier about costs, levels of participation and drop-outs, the overall evidence from as diverse a set of locations as Thailand, Mali, Ecuador, Chile, and The Gambia suggests that if managed carefully, and if groups are not too large, then linkages with groups can increase the efficiency and effectiveness of R&E expenditure.

Demand Orientation

Research just beginning at the International Service for National Agricultural Research (ISNAR) suggests that in both Kenya and Burkina Faso, although there is a diversity of farmers' organizations, few have any policy for trying to link up with and exercise influence on research institutions—either because they are not aware of the possibility, or see little use in it (Eponou 1993; Wuyts 1993). On the other hand, a mid-term evaluation of the Sustainable Agriculture and Village Extension (SAVE) program in Sierra Leone showed that farmers participated because they were interested in widening their basket of varieties; a similar desire to exert 'demand-pull' is implicit in the ATIP material. Further evidence is reported by Merrill-Sands and Collion (forthcoming), and provided by CADEF's experience in Senegal (see above).

Equity

Existing organizations may effectively exclude certain sectors of the local population, and attending meetings takes time, which the poorest may be unable to afford. Thus, despite some claims to the contrary, RPOs are no guarantee of rural democracy (Fox 1990; 1992). One means of making RPOs more accountable is by increasing the number of subgroups within an RPO to give minority interests a voice and make them a constituent part of the RPO (Fox 1992). Another means, which is far longer term and is broader in scope than agriculture, is by improving levels of education among the members of an organization, (Bebbington et al 1993). A third mechanism is for another party (*eg*, NGOs, who might also be providing the training and helping form new subgroups) to be involved in the administration of activities and finances.

One way of coping with differentiation among the membership of village-level groups—some families have more resources than others, families possess different qualities of land, some have water some do not, and so on—is to create 'interest groups' based on common production systems, landlessness or gender (Aguirre, Namdar 1992).

In Thailand, Garforth (1993) similarly concluded that extension based on RPOs did not increase the equity of extension impact: for this to happen, organizations specifically composed of the poorest sectors of village society would have to be created. However, Sims and Leonard (1989) argue that even large farmers' organizations can bring some benefits to the poorer families by attracting on-farm trials, ideas, inputs, and seed.

The general lesson so far appears to be that we cannot and should not expect an organization to represent all interests in a village. We therefore need to assess who it does and does not represent. If certain groups are excluded,

then the next stage is to create subgroups to target particular beneficiaries.

Empowerment

Empowerment can occur at a number of levels: from individuals and groups learning a new confidence and new skills, through to the establishment of self-sustaining groups that can address wider development issues, either through other self-managed initiatives, or through making demands on other institutions. The evidence as to how often such empowerment occurs is patchy, but it is clear that often it does not occur.

In the case of the ATIP, Heinrich (1993) noted how a group approach can lead to a subtle and gradual process of the former type of empowerment. Over several years of group work, farmers began to argue as a group against researchers' ideas, and for their own ideas. The cases in Senegal and Mali discussed earlier point to similar experiences. But in respect of the establishment of self-sustaining groups, Garforth's (1993) survey of RPOs in northern Thailand suggests that such empowerment rarely occurs, particularly when these groups are dependent on NGOs or the government.

Yet in other cases, sustained efforts to work with and strengthen groups, drawing not merely on R&E, but also on income generation, popular education, and administrative training, can clearly increase the groups' capacity to exercise influence over economy, society, and politics in such a way as to address constraints on their development (Bebbington et al 1993).

The implication is that working with groups can lead to broader empowerment, but only when the R&E support is linked to the broader social development activities of other agencies.

Conclusions

The evidence suggests major potential and important constraints: in some instances farmers' organizations do not exist, and the local political and socioeconomic environment is not conducive to their emergence as sustainable organizations. In other instances, they exist, but have a number of weaknesses in the areas of skills, finance, contacts, representativeness, equitability, and sustainability.

These observations imply that there remain important roles for nonmembership service agencies. These roles may involve the direct provision of agricultural services, or helping farmers' organizations to link with existing R&E services. At the same time, nonmembership agencies have more novel roles to play. These include: encouraging the emergence of people's organizations; providing training and support to help strengthen existing organizations; and acting as a third party to ensure accountability within RPOs. Many of these tasks require time, skills, and financial resources beyond the mandate of agricultural researchers and extensionists (Garforth 1993), hence the need for other agencies such as NGOs to support the emergence of new groups, to strengthen existing groups, and to impart requisite skills to other agencies and government staff (Farrington, Bebbington 1993). However, investment in such NGOs is a complement, not a substitute for investment in local farmers' associations themselves.

References

Aguirre F, Namdar M. 1992. Complementarities and tensions in agraria-state relations in agricultural development: a trajectory. Agricultural Administration (Research and Extension) Network Paper No. 32. London, UK: Overseas Development Institute (ODI).

Ashby J. 1991. Adopters and adapters: the participation of farmers in on-farm research. Pages 273–286 *in* Planned change in farming systems: progress in on-farm research (Tripp R, ed.). London, UK: John Wiley.

Bebbington AJ, Carrasco H, Peralbo L, Ramon G, Torres VH, Trujillo J. 1993. Rural people's knowledge, farmers organisations and regional development: implications for agricultural research and extension. Agricultural Research and Extension Network Paper No. 41. London, UK: Overseas Development Institute (ODI).

Bebbington AJ. 1991. Farmer organizations in Ecuador: contributions to farmer first research and development. Gatekeeper Paper 26, Sustainable Agriculture Programme. London, UK: International Institute of Environment and Development (IIED).

Bebbington AJ. 1989. Institutional options and multiple sources of agricultural innovation. A case study from Ecuador. Agricultural Administration (Research and Extension) Network Paper No. 11. London, UK: Overseas Development Institute (ODI).

Bebbington AJ, Thiele G. 1993. Non-governmental organisations and the State in Latin America. London, UK: Routledge.

Box L. 1987. Experimenting cultivators: a methodology for adaptive agricultural research. Agricultural Administration (Research and Extension) Network, Discussion Paper No. 23. London, UK: Overseas Development Institute (ODI).

Diallo I, Senghore T. 1990. The Gambian farmers in partnership with research and development agencies for testing and adopting agricultural innovations. Paper presented at the Annual Symposium of the Association for Farming Systems Research-Extension, MSU, 14–17 October 1990.

Dugue P. 1993. Pages 270–282. The Senegalese Institute for Agricultural Research (ISRA) and the Fatick region farmers' association (Wellard K, Copestake J, eds.).

Eponou T. 1993. Progress report: the Burkina Faso case. Mimeo. The Hague, The Netherlands: International Service for National Agricultural Research (ISNAR).

Fairhead J. 1990. Fields of struggle: towards a social history of farming, knowledge and practice in a Bwisha community, Kivu, Zaire. Thesis: Department of Anthropology, School of Oriental and African Studies, University of London, UK.

Farrington J, Bebbington AJ. 1993. Reluctant partners? Non-governmental organisations, the State and sustainable agricultural development. London, UK: Routledge.

Fox J. 1992. Leadership accountability in regional peasant organizations Development and Change 23(2):1–36.

Fox J (ed.). 1990. The challenge of rural democratization: perspectives from Latin America and the Philippines. London, UK: Frank Cass. [Also, Journal of Development Studies 26(4)].

Fujisaka S. 1989. A method for farmer participatory research and technology transfer: upland soil conservation in the Philippines. Experimental Agriculture 25:423–433.

Garforth C. 1993. Rural peoples' organisations and agricultural extension in the Upper North of Thailand: who benefits? Mimeo. Reading, UK: University of Reading.

Gilbert E. 1990. Non-governmental organisations and agricultural research: the experience of The Gambia. Agricultural Research and Extension Network Paper No. 12. London, UK: Overseas Development Institute (ODI).

Gubbels P. 1993. Peasant farmer organisation in farmer first agricultural development in West Africa: new opportunities and

continuing constraints. Agricultural Research and Extension Network Paper No. 40. London, UK: Overseas Development Institute (ODI).

Healy K. 1988. From field to factory: vertical integration in Bolivia. Grassroots Development 11(2).

Heinrich G. 1993. Strengthening farmer participation through groups: experiences and lessons from Botswana. OFCOR Discussion Paper No 3. The Hague, The Netherlands: International Service for National Agricultural Research (ISNAR).

Heinrich G, Modiakgotla E. 1993. Linking FSR, extension and development organisations: an experience in Botswana. Agricultural Research and Extension Network Paper No. 39a. London, UK: Overseas Development Institute (ODI).

International Federation of Agricultural Producers (IFAP). 1990. Sustainable farming and the role of farmers' organisations. Wageningen, The Netherlands: Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation (CTA).

International Fund for Agricultural Development (IFAD). 1991. Republic of Peru: strengthening of agricultural extension services for peasant communities in the highlands of Peru: project brief. Rome, Italy: IFAD.

Long N. 1992. Personal intervention in the Beyond Farmer First conference, International Institute for Environment and Development/Institute for Development Studies (IIED/IDS), Brighton, UK.

Mercoiret MR, Goudaby B, Ndiame F, Berthome J. 1990. The role of farmer organisations in developing and spreading innovations: the case of CADEF(Senegal). Senegal/Senegal/Côte d'Ivoire/ Senegal/France: Comité d'action pour le développement du Fogny (CADEF)/Institut sénégalais de recherches agricoles (ISRA) /Centre international pour l'éducation permanente et l'aménagement concerté (CIEPAC)/Ecole national d'économie appliquée (ENEA)/Département systèmes agraires (DSA), Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD).

Merrill-Sands D, Collion M-H. Research and farmers' organisations. The road to partnership. Agric. and Human Values. (In press)

Moorehead R, Lane C. 1993. Natural resources management and tenure. Paper presented at the ODA NR Advisors Conference, 1993, Swansea, UK.

Mosse D. 1993. Authority, gender and knowledge: theoretical reflections on the practice of participatory rural appraisal. Agricultural Research and Extension Network Paper No. 44. London, UK: Overseas Development Institute (ODI).

Norman D, Balker D, Heinrich G, Worman F. 1988. Technology development and farmer groups. Gabarone. Agricultural Technology Improvement Programme (ATIP), Ministry of Agriculture.

Nuitjen M. 1992. Local organisations as organising practices: rethinking rural institutions. Pages 189–207 *in* Battlefields of Knowledge (Long N, Long A, eds.). London, UK: Routledge.

Okali C, Sumberg J, Farrington J. 1994. Farmer participatory research: rhetoric and reality. London, UK: IT Publications.

Rivera-Cusicanqui S. 1990. Liberal democracy and Ayllu democracy in Bolivia: the case of northern Potosi. Pages 97–121 *in* Rural democratization (Fox J, ed.). London, UK: Frank Cass.

Röling N. 1988. Extension science. Information systems in agricultural development. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Romanoff S. 1990. On reducing the costs of promoting local farmer organisations in agricultural development projects. Paper presented at the Annual Symposium of ASFSRE, 14–17 October 1990, Michigan, USA.

Sada Sy B, Yero Bah M. 1989. Village associations and agricultural extension in the Republic of Mali. Pages 45–49 *in* Agricultural extension in Africa (Roberts N, ed.). Washington, USA: World Bank.

Sims H, Leonard D. 1989. The political economy of the development and transfer of agricultural technologies linkages. Theme Pare Number 3. The Hague, The Netherlands: International Service for National Agricultural Research (ISNAR).

Tendler J, Healy K, O'Laughlin, CM. 1988. Pages 85–116. What to think about cooperatives: a guide from Bolivia (Annis S, Hakim P, eds.).

Trujillo G. 1993. The El Ceibo regional agricultural and agro-industrial cooperative coordinating committee. *In* Non-governmental organisations and the State in Latin America (Bebbington AJ, Thiele G, eds.). London, UK: Routledge.

Wuyts A. 1993. Linkages between research, farmers and farmers' organisations. Mimeo, draft report. The Hague, The Netherlands: International Service for National Agricultural Research (ISNAR).

Diverse and Linked: Farmers' Organizations in Tanzania

The Role of Small Farmers' Groups in Technology Generation and Dissemination

Mattee Amon Z; Lassalle Thierry
Department of Agricultural Education and Extension,
Sokoine University of Agriculture, PO Box 3002, Morogoro, Tanzania

Abstract
Experiences of research and extension projects being run at Sokoine University of Agriculture (SUA) and elsewhere in Tanzania, have shown that farmers' groups can play an instrumental role in the generation of appropriate solutions to the problems faced by small farmers. An approach that uses farmers' groups as points of entry in the rural-development process must take into account the diversity of these groups, interlinkages or their independence, and their relationships with professionals. Both farmers and professionals have to be willing to devote time to getting to know and work with each other. This approach poses two challenges: the acceptance by professionals of the emancipation of farmers, and change in how time and the development process are perceived.

Key words
Tanzania, farmers' groups, cooperative societies, small-scale farmers, agricultural professionals, rural development, networking, diversity, time.

Résumé
Diverses et liées : les organisations paysannes en Tanzanie
Sur la base d'expériences tirées de projets de recherche-développement conduits par l'université d'agriculture Sokoine ou par d'autres en Tanzanie, les groupes paysans peuvent jouer un rôle déterminant dans l'élaboration de solutions répondant aux problèmes des paysans. Une approche s'appuyant sur les groupes paysans comme points d'ancrage du développement rural doit considérer la diversité de ces groupes, la façon dont ils communiquent les uns avec les autres, leur degré d'indépendance et leurs relations avec les cadres agricoles. Cette approche pose deux défis : la reconnaissance par les cadres agricoles de l'émancipation des paysans et un changement de perception du temps et du développement.

Introduction

The farming systems approach to research and extension has evolved to become farmer oriented and problem focused. It incorporates a systems perspective in the development of recommendations that are compatible with the farming systems, and farmers' perceived needs and preferences. The approach therefore enables researchers to work directly with farmers and extension workers with the objectives of understanding better the farmers' circumstances, and of influencing research and extension policies and practices to create more effective research and extension programs.

In this approach, researchers and extension workers target the household as the point of entry for interacting with farmers. However, experiences of a research and extension project currently underway at Sokoine University of Agriculture (SUA), Tanzania, have shown that small farmers' groups can play an important role in the generation of appropriate solutions to the problems faced by small farmers.

This paper discusses the experiences of the Upper Mgeta Horticultural Development Project (UMHODEP) and draws some lessons regarding the role of farmers' organizations in the research and extension process, including factors that must be considered in facilitating the emergence of such groups.

The Upper Mgeta Horticultural Development Project

The UMHODEP is a research and extension project being conducted in the Faculty of Agriculture, Sokoine University of Agriculture (SUA), which is in the Upper Mgeta ward of Morogoro District on the slopes of the Uluguru Mountains in Tanzania. The project area is well-known for the production of temperate fruits such as plum and peach, and vegetables, including cabbage, cauliflower, garden pea, bean, lettuce,

parsley, and leek. More than 90% of farmers in this area are engaged in horticultural production for commercial purposes (Paul 1988). Because of its favorable climatic conditions, the area suffers from high population density and overexploitation of natural resources. Hence, although farmers have reached a high level of agricultural intensification, the agroecological system appears to have reached its limit for supporting agricultural activities.

Because of the precarious nature of the farming system in the area, it was deemed necessary to have some form of intervention to try to improve the sustainability of the farming system. A farming systems analysis was therefore carried out in the area by a team of researchers from SUA. The results of the farming systems study indicated that the major problems facing the agricultural production system in the area were: poor facilities for handling, storage, and transportation of fresh produce, leading to heavy losses due to spoilage; overproduction of some vegetables, leading to middlemen offering very low producer prices; high prices of inputs (agrochemicals and seeds), which were being sold by private traders; and deterioration of the environment due to poor soil and water conservation practices, over-use of agrochemicals, and continued planting of the same crops (Paul 1988).

During the study, the researchers were the main actors, observing, questioning, and listening to farmers in order to describe and analyze the functioning of the farming systems of the Upper Mgeta. This provided them with a good understanding of the farmers' circumstances and problems.

The second phase of the project was to intervene with an extension program to address the problems and constraints identified. Initially, such interventions consisted of limited, but specific, steps that would somehow attract farmers' attention and raise their interest in becoming partners in the development program. Steps included assistance with the improvement in supply of inputs, the establishment of a village demonstration plot, and the organization of a study tour of a group of farmers to an area with similar agroecological conditions to see how their fellow farmers were tackling similar problems.

These initial activities, which were carried out through the existing multipurpose farmers' cooperative societies, greatly helped forge a sense of partnership between the farmers, the researchers from SUA, and the extension workers.

After the initial 'starter' activities, care was taken to avoid advocating ready-made solutions or technical innovations to farmers. Rather, farmers, researchers from SUA, and extension workers engaged in constant dialogue to identify priority problems and to suggest possible solutions based on the following principles:

- multidisciplinarity in recognition of the fact that farmers' problems are multifaceted and have to be addressed in a multidisciplinary way by involving different areas of expertise;
- use of the group approach, in recognition of the fact that in most rural societies, decision making is almost always based on group consensus, and that 'in unity lies strength';
- on-farm development of technical innovations to involve farmers in developing only those innovations relevant to their identified needs and problems;
- assisting with removing the critical bottlenecks to farmers' agricultural production activities where such bottlenecks cannot be removed without outside assistance;
- empowerment of the farmers through training, facilitation of the formation of farmers' groups, and the networking of such groups so that such groups may be strong enough to be capable of influencing policy decisions and promoting their own development on a self-reliance basis.

In facilitating dialogue with farmers, professionals relied on farmers' groups—both existing and emergent—as instrumental actors in the development process, in articulating farmers' needs, problems, and interests, and in taking concrete actions to solve their problems or to further their interests.

Experiences with Farmers' Groups as Entry Points in the Rural Development Process

It is generally recognized that farmers' groups can be instrumental in the rural development process (Bratton 1986). However, such recognition may overlook the real challenges involved in working with, and for, farmers' groups. For example, in Tanzania, farmers' groups were used extensively by the government in the country's failed attempts at creating rural socialism, resulting in political and economic exploitation of the rural people, and provoking a general loss of confidence of the rural population in any common venture (pers. comm. Meghji 1992). Work with farmers' groups in the UMHODEP revealed four concepts as being important for such groups to be instrumental in the development process:

- diversity of farmers' groups, accounting for the diversity of interests in the rural community;
- linkages between farmers' groups, accounting for the global interest of rural communities;
- recognition of the independence of each group in managing its affairs without interference;
- mutually trusting and respectful relationships between farmers and professionals, based on the genuine concern of professionals for the needs and interests of the farmers.

Diversity of Farmers Groups

The rural society is comprised of many elements having various roles and tasks. Although they live in the same social and agroecological environment, farmers have different interests and different ways of prioritizing them. In a particular group of farmers, one interest that all farmers prioritize as being important can bring them together for a common venture. On the contrary, in this same group of farmers, too many interests would be difficult to prioritize and therefore it would be difficult to define the activities to be performed. The diversity of farmers' groups allows the emergence of various poles of decision making and initiatives among the rural community. This diversity of farmers' groups can be illustrated by Tanzania's experiences with the cooperative movement.

In the early 1980s, cooperative societies were supposed to assist members—and then the entire adult population in the village—in all activities including input supply, marketing of all products, provision of savings and credit services, retailing of consumer goods, and any other businesses. Many such multipurpose societies failed to implement a single activity effectively and became just part of the government bureaucracy in the villages. Others were more successful, generally by developing one of their activities, *eg*, input supply or savings and credit, but they also remained the only official institution for all other activities, preventing the coexistence of any other groups. From this experience, multipurpose cooperative societies gained a bad reputation due to their poor efficiency, and for failing to work genuinely for farmers.

On the other hand, a single-purpose cooperative society is characterized by clearly defined objectives answering to the members' interests. The Twikinde Fruit and Vegetable Growers Co-operative Society in Mgeta, Morogoro, which was formed with the assistance of the UMHODEP, was created to alleviate the main constraints experienced by fruit and vegetable growers in that area. It prospered as its activities were directly linked to this aim. A cooperative operates viable economic-oriented activities that can generate incomes. Expertise and management are applied more efficiently when all activities are linked within a production chain logic. Rather than expanding the activities horizontally at village level, as do multipurpose cooperatives, single-purpose cooperatives expand vertically to control better the activity. The savings and credit societies that have recently emerged in the country provide another example of single-purpose societies. Although they are federated into a national union, each group may define at local level its own policy concerning criteria for obtaining credit or interest rates.

Apart from such registered groups, a small number of farmers may form a group for a specific activity or interest. In the Kilimanjaro region of Tanzania, small groups of five to twelve members decided to embark on income-generating activities such as rice cultivation and vegetable production. Farmers have their own plot, but members are trained in production and farm management together. The group also becomes the guarantor to allow members to have access to credit (Kibwana 1993). In the Lushoto District, almost 100 women's groups constitute the entry points for an agricultural and afforestation program. Each group identifies an activity worth undertaking in their area, and they organize themselves to implement that activity (Zongo, Wuseni 1991).

In the Mgeta Division, there exist three coffee marketing cooperative societies, two cooperative societies for fruit and vegetable growers, four savings and credit societies, a livestock keepers' association, and an association for owners of fruit tree seedlings nurseries. Each group has elected leaders who are directly concerned with the activities of the group.

The diversity of farmers' groups may be seen as an anarchy. In our experience, it shows the contrary—that farmers are able to manage their resources better, and that more farmers have access to posts of responsibility. Such diversity structures the rural society along main activities identified by the farmers as their priorities.

The Networking Process in a Given Area

In a given area, to balance the centrifugal trend created by the diversity of farmers' groups, a communication process is initiated to respect the global interest of all the groups. This global interest is culturally rooted in that rural dwellers retain a sense of global togetherness. It is important to let the people have this feeling of oneness. This exists if there is regular communication between the various groups, even, and especially, if their activities differ. By confronting various interests and experiences, each group is influenced in the same way that it can influence the other groups for the global interest of the community. Such a process is called networking.

In Mgeta Division (25 villages, 50 000 inhabitants), about 20–30 leaders from 15 different farmers' groups meet once a month. Each farmers' group hosts the meeting on a rotational basis to allow all members to see the variety of situations in the Division. A secretariat is elected on a yearly basis. The technical staff (staff of SUA, extension workers, cooperative officers, *etc*) attend these meetings. It is common to invite the local government leaders of the area. However, these meetings belong to the farmers themselves. Each representative reports briefly on the activity of the group represented. Some leaders seek advice from the meeting. A common concern not identified previously can provoke an endogenous innovation, as was the case with the savings and credit groups where the network decided to promote the creation of such groups in the four wards of the Division. Some months later, the newly elected leaders of the savings and credit groups became members of the network.

The network also welcomes exogenous innovations introduced through projects, institutions or companies. Sugar cane production, dairy cattle keeping, fish farming, and roads and bridges maintenance, are examples of such projects that were discussed by the network before being introduced to the area. Training programs have also been conducted through the network. Such training has included appropriate soil and water conservation practices, and safe and proper use of agrochemicals. Finally, the network elected the delegates who represent it in various SUA-based project-steering committees.

In other areas, this type of communication between farmers' groups has also been enhanced. In Mwanga District, since 1990, 44 farmers' groups have been linked, under the umbrella of the Mixed Farming Improvement Project, into a network called the Union of Farmers of the Mwanga Plains (MUWATAMWA). Each group has between 10 and 15 members involved in various production activities such as ox ploughing, agroforestry, and sunflower and livestock production. Fifteen delegates have been elected from the network to meet regularly to be informed about each others' activities. They are also the partners of the professionals in the area with whom they discuss needs for training or any other form of assistance. In the Usangu plains of the Mbeya region or in Lushoto in the Tanga region, women's groups constitute their own networks to

develop their activities and break their social isolation. Activities include the composition and recording of songs, which provide a concrete basis for their network. In Iringa District, leaders from small farmers' cooperative societies met incidentally at the Regional Co-operative Union office when claiming for their rights. When they understood that they were all facing the same problems, they took steps to create their own association, which took over the inefficient fertilizer distribution system.

At national level, all these local groups are linked by a network of farmers' groups. This national network was formed during a workshop organized at SUA, where farmers' representatives decided to institutionalize the network of exchange of information between farmers, farmers' groups, and research and extension. Farmers' representatives held a meeting at which they agreed on a constitution, elected leaders, and chose the name of their network—MVIWATA [*Mtandao wa Vikundi vya Wakulima Tanzania* (Farmers' groups network in Tanzania)]. The objectives are (a) to exchange ideas and experiences, and (b) to disseminate solutions, reports, and recommendations about those ideas and experiences to all people concerned (Gilla 1993).

The network operates on the following principles:

- (a) The network enrolls members on their own free will.
- (b) A member is free and he/she is entitled to protect this freedom.
- (c) A network cannot force another organization to do something, and cannot itself be forced to do something by another organization. (Farmers' communication charter 1993).

The network limits its role to the transfer of knowledge and information. However, the way this transfer occurs conditions a real transfer. A scientific publication with all the references and tables necessary for academic recognition is useless to such a farmers' network. Communication can be performed using any media: written words, pictures, sound, drama, discussions, dance, songs, music, *etc*. The network decided to publish its own newsletter, *Pambazuko* (*The Rise*). It organizes workshops on themes selected by the members, where they, along with professionals and delegates from neighboring countries, can participate. Proceedings are published in Swahili and are widely distributed amongst members and potential members. Recent workshop themes have included credit for small farmers and the new Co-operative Act.

International ties have also been created with the pan-African network, Farmers, Agriculture, and Modernisation in Africa (FAM-Africa). Twice, the Tanzanian network has been represented at FAM-Africa meetings (Mercoiret, Berthomé 1992).

As far as farmers are concerned, this is a significant step in the direction of what Ki-Zerbo (1992) calls "the right and duty to know ourselves and to make ourselves known" in order to enhance an endogenous development process.

Independence of Each Group

To be successful, networks, as described earlier, must respect the independence of each group. The association is a free act, even if some services provided by the network have to be paid for by each group. In a network relationship, nothing binds the members to the center, in contrast to a typical cooperative society where members buy capital shares. The binding element in the case of MVIWATA for example, may be the existence of mutually respectful relationships between the members who meet.

Groups must also be independent of external institutions. In other words, institutions have to respect farmers' groups as independent centers of decision making. This may be called external independence.

Member-controlled groups will claim for independence, because the members will have invested some funds, their time, and their hopes in the group. As such, objectives of the group have to be clearly defined and shared by all members. In addition, within each group, each member must feel an autonomous individual with equal say in running the affairs of the group. A leader, or leaders, who always speak(s) for everybody without checking if the group members agree can prevent the group from having a say in implementation of activities or in definition of programs. It is important, therefore, to adopt mechanisms to check such leaders and to avoid a differentiation process between leaders and other members. This internal independence of the group from their own leaders is crucial to the survival of the group (Nieuwkerk 1991).

A Mutually Trusting and Respectful Relationship between Farmers and Professionals

The emergence of farmers' groups and networking has rekindled farmers' interests and motivation to participate actively in the definition of their development priorities and in seeking solutions to their problems through a process of sharing and mutual respect. However, farmers' groups are not natural entities. The conditions for their emergence are crucial to the way in which they can play their roles. Although economic viability is necessary, sociocultural cohesiveness, which binds members together, confers more strength to the groups and a natural sense of responsibility to their leaders. Sharing of experiences in and outside the organization develops this cohesiveness.

In addition, the role of professionals is crucial in this process. The first condition is to establish mutual respect and confidence between farmers and professionals. This necessitates frequent contact being made in the village during official and private events. The link must be reciprocal—it must not be taken for granted that farmers will automatically accept and agree with professionals. Rather, professionals have to prove their ability and their concern for farmers by engaging in some concrete activities (demonstration plot, assistance with input supply) that will gain the farmers' confidence in the first place (Lassalle et al 1990). Once a trusting relationship has been established between farmers and professionals, it is necessary to make the farmers think about their own situation as a social group.

Exchanges with peers from other rural communities can play an important role in helping farmers identify and prioritize their problems. Events such as the selection of the farmers to travel or to host a guest farmer, days during which the entire community receives guests, and common deliberations all create a climate that is very favorable to a common understanding.

Another way of creating social cohesion is through the use of participatory rural appraisal (PRA), which allows farmers and professionals to work together for a period of time, and which can result in the joint definition of priorities and the decision to act.

Once the priorities of farmers' groups are known, the professionals should provide the groups with guidance to enable them to take concrete steps to address those priorities. This involves training and experimentation. The training is based on the perceived needs of the farmers' groups. Care is taken to avoid training for its own sake, that is, the transmission of content devoid of any practical or local relevance. Training is conducted only to the extent that the information is required by the farmers to take a particular action. Care is also taken to ensure that training is based on the actual situation of the farmers and also on their practical experiences. Hence training is always conducted in the villages, on farmers' or demonstration plots, and farmers are encouraged to share their experiences in various ways including role play, drama, and visiting or hosting fellow farmers (farmers' exchanges). In this way, farmers can easily assess the importance of what is taught, and its suitability for their situation.

Alongside the training, farmers are encouraged to experiment with the innovations that are proposed, and, together with staff of SUA and extension workers, to assess the suitability of the innovations. Thus the farmers become real participants in the on-farm development of the technical innovations, and they have as much stake in the outcome as the professionals. On the other hand, the professionals' role in the experimentation is to guide the farmers in decision making, rather than to generate statistically valid data.

Conclusion

Our experiences show that the effectiveness of the farming systems approach can be improved upon by integrating it in a process that recognizes farmers' groups as entry points. However, this process poses two challenges to researchers, extension workers, and farmers. Firstly, the process requires the relationship between researchers and extension workers on the one hand, and farmers on the other, to be redefined. For example, professionals must be willing to accept the increase in the farmers' power that will be brought about by the strengthening and networking of farmers' groups. Likewise, farmers have to be willing to accept enhanced responsibilities in decision making and actions to fulfil their dreams and ambitions. They will act every day, dream from time to time, plan accordingly, succeed most of the time, fail the rest of the time, but exist all the time.

The second challenge is with regard to the long time this process requires to bear fruit. Can the time be found for this process, particularly, bearing in mind how we should value time and how we should perceive the development process. To quote a Swahili saying, *mvumilivu hula mbivu*—only the one who is willing to wait can eat a ripe fruit.

References

Bratton M. 1986. Farmers organisations and food production in Zimbabwe. World Development 14(3):367–384.

Farmers' communication charter. *In* Strengthening of communication, proceedings of a workshop. Morogoro, Tanzania: Sokoine University of Agriculture. (In preparation)

Gilla A. 1993. Uundaji wa mtandao wa vikundi vya wakulima Tanzania (MVIWATA), Taarifa ya mkutano. Morogoro, Tanzania: MVIWATA.

Ki-Zerbo J. 1992. Le développement clés en tête. Pages 1–71 *in* La natte des autres. Pour un développement endogène en Afrique (Ki-Zerbo J, ed.). Dakar, Senegal: CODESRIA.

Kibwana OT. The impact of small farmers on a financial institution. *In* Strengthening of communication, proceedings of a workshop. Morogoro, Tanzania: Sokoine University of Agriculture. (In preparation)

Lassalle T, Kamuzora F, Shekilango J. 1990. Getting farmers confidence through participatory action in a horticulture development programme in Upper Mgeta, Morogoro District. Pages 149–154 *in* The role of agricultural institutions in the advancement of small farmers in developing countries (Mattee AZ et al, eds.). Morogoro, Tanzania: Sokoine University of Agriculture.

Mercoiret M-R, Berthomé J. 1992. Désengagement de l'Etat et rôle des organisations paysannes en Afrique: constitution du réseau Afrique, paysans et modernisation. Paris, France: Fondation pour le Progrès de l'Homme. 90 pp.

Nieuwkerk M. 1991. Supporting farmers' associations: strategies for the training and advising functions. Pages 8–13 *in* Farmers, researchers, and extensionists as partners in development: establishing and running of farmers' associations (Sibuga KP, Lassalle T, eds.). Morogoro, Tanzania: Sokoine University of Agriculture.

Paul J-L. 1988. Farming systems in Upper Mgeta. Morogoro, Tanzania: Sokoine University of Agriculture. 87 pp.

Zongo M, Wuseni A. 1991. Experiences of the soil erosion control and agro-forestry project (SECAP) with integration of women into agricultural extension. Pages 63–69 *in* Women in agricultural extension (Mattee AZ et al, eds.). Morogoro, Tanzania: TSAEE.

Evaluación de experiencias de organización rural a la luz del enfoque de sistemas

Benencia Robert[1] ; Flood Carlos A.[2]

1 Centro de Estudios e Investigaciones Laborales (CEIL), Facultad de Agronomía, Gurruchaga 2426, (1425) Buenos-Aires, Argentina

[2] IESAC, Haedo 140, 1642 San Isidro, Provincia de Buenos-Aires, Argentina

Resumen

El enfoque de sistemas constituye una herramienta útil para abordar críticamente el desarrollo rural con pequeños productores. En esta perspectiva los autores han estudiado 30 proyectos ubicados en el Norte argentino, que son coordinados por siete organizaciones no gubernamentales (ONGs). En el estudio se discriminan diversos espacios organizativos vinculados entre sí. El conjunto conforma un sistema que ha sido denominado "de desarrollo rural alternativo". La unidad de análisis de la investigación es el proyecto localizado de desarrollo rural, que forma parte de un conjunto más amplio de relaciones interinstitucionales ; una compleja red de vínculos cuya dinámica es imprescindible conocer para interpretar las diferentes restricciones y limitaciones presentes en el funcionamiento de la cooperación externa y el desarrollo rural alternativo. En el sistema se producen áreas de incertidumbre alrededor de ciertas cuestiones que concitan intereses contrapuestos. Para el análisis e interpretación de la información recogida, además de las relaciones de poder generadas por las áreas de incertidumbre, se toma en cuenta la dimensión simbólica del sistema que vincula los diferentes actores institucionales y contribuye a regular y legitimar su funcionamiento como parte del sistema.

Palabras clave

Desarrollo alternativo, campesinos, institucione, poder, subsistemas de distribución de recursos, subsistemas de legitimación simbólica.

Résumé

Utilisation d'une approche système pour évaluer des expériences d'organisation rurale

L'optique des systèmes est utilisée pour évaluer quelques expériences de développement rural avec des petits producteurs. Dans cette perspective, les auteurs ont étudié 30 projets situés dans la région du nord de l'Argentine, coordonnés par sept organisations non gouvernementales. L'étude identifie de nombreux espaces organisationnels, avec des rapports mutuels qui permettent de définir un champ complexe ou une situation — système autour des projets localisés de promotion rurale. L'ensemble a été appelé "système de développement rural alternatif". L'unité d'analyse de l'étude est le projet, qui appartient à un ensemble plus étendu de relations interinstitutionnelles, réseau complexe de liens dont la dynamique est indispensable à connaître si l'on veut interpréter les différentes restrictions et limitations qui agissent sur le fonctionnement de la coopération externe et le développement rural alternatif. Dans le système, on trouve des zones d'incertitude autour de certains sujets qui opposent des intérêts concurrentiels. Pour l'analyse et l'interprétation de l'information, on considère aussi le niveau symbolique du système partagé par les acteurs institutionels et qui fait partie du fonctionnement du système.

Abstract

Evaluation of Experiments in Rural Organization using a Systems Analysis Approach

Systems analysis was used to evaluate several rural development experiments involving small farmers. Using this approach, the authors studied 30 projects, coordinated by seven different nongovernment organizations, in a region of northern Argentina. The study identified a number of interrelated organizational areas that were used to define a complex field, or situation-system, for the local rural development projects. The system as a whole was called an "alternative rural development system". The unit of analysis for the study was the project, which in turn was part of a larger complex of interinstitutional relations. It was essential to understand the dynamics of these links in order to identify the various limitations and restrictions having an impact on external cooperation and alternative rural development. Within the system there are grey areas concerning the role played by certain individuals with competing interests. In analyzing and interpreting the information, consideration was also given to the symbolic level of the system that was shared by all

institutional actors, and was an integral part of the functioning of the system.

Introducción

En este trabajo nos proponemos aplicar el enfoque de sistemas al estudio de las relaciones entre los distintos agentes institucionales involucrados en el sistema de desarrollo rural alternativo (SDRA). Nos preguntamos quiénes son esos agentes, qué papel juegan dentro del sistema y cuáles son los conflictos de intereses que surgen entre ellos.

Nuestra intención ha sido reflexionar sobre la cooperación para el desarrollo rural, los mecanismos y la dinámica de los procesos organizativos, los factores que sostienen su funcionamiento como un todo, los conflictos y las fuentes de legitimación simbólica.

Esperamos avanzar en el conocimiento de los límites y obstáculos que condicionan y a menudo restringen severamente la viabilidad de los SDRA, que dificultan o, al menos, complejizan no sólo la transferencia cuantitativa de recursos desde las agencias de cooperación hacia los grupos de base (GB) promovidos, sino la calidad misma del trabajo que se realiza. Se han sistematizado y analizado unos 30 proyectos coordinados por siete ONGs que operan con grupos de población rural en provincias del Norte argentino (Nordeste : Chaco, Corrientes, Formosa y Misiones ; Noroeste : Santiago del Estero, Jujuy, Córdoba).

Los proyectos tienen como destinatarios directos a familias de pequeños productores y de asalariados rurales, criollos y aborígenes. Involucran indirectamente a unos dos mil pequeños productores agrarios de la Argentina.

A partir de esos proyectos se caracterizaron los diversos componentes del sistema : agencias externas de cooperación (AEC) para el desarrollo, grupos intermedios de apoyo a éstas últimas y/o de articulación de ONGs en el país, redes, ONGs de actuación en la región, equipos técnicos locales de apoyo a los proyectos y grupos de base y organizaciones representativas (OR) locales.

Los resultados presentados corresponden a una primera etapa que permitió profundizar conceptos claves y afianzar una metodología adecuada a las necesidades de esta temática.

Breve caracterización del sistema de desarrollo alternativo

El enfoque de sistemas permite abordar en su integralidad los aspectos institucionales y socioculturales involucrados en el proceso productivo. Abarca a un mismo tiempo la interrelación de los elementos y su unidad global. Como punto de partida, describiremos el SDRA en la región.

Morin (1977) relaciona el concepto de sistema con el de organización. "La interrelación entre elementos, sucesos e individuos, cuando asume un carácter regular o estable, pasa a ser organización". La organización de esos elementos produce una realidad nueva, inexistente en cada uno de ellos por separado.

La organización forma parte del proceso constitutivo de los sistemas. Durante el proceso de configuración de las organizaciones -que en nuestro caso estructuran un determinado SDRA — se producen vínculos sistemáticos y pautados entre los distintos actores, de modo tal que se convierten en componentes más o menos permanentes de una realidad social relativamente autosubsistente.

La organización transcurre en el tiempo, asegurando la solidaridad y solidez de las relaciones mutuas, posibilitando la duración del sistema frente a perturbaciones aleatorias. La organización, por lo tanto, transforma, produce, relaciona, mantiene (Morin, 1977).

El concepto de sistema, sin embargo, no debe hacernos perder de vista el carácter provisional de nuestros marcos de referencia, cuando de abordar la realidad se trata. En efecto, *"...en el caso de los sistemas de actividad humana, necesitamos estar particularmente conscientes de que ellos son construcciones mentales, y no descripciones supuestas de la realidad. Nuestro propósito al construirlas no es andar a tientas buscando una ontología sistémica. Ellas son herramientas de tipo epistemológico que se pueden usar en un proceso de exploración dentro de la realidad social..."* (Checkland, 1993).

La aplicación del concepto de sistema al campo de la promoción del desarrollo rural con pequeños productores permitió identificar diversos agentes institucionales que interactúan entre sí de acuerdo con una peculiar dinámica institucional.

¿Por qué hablamos de sistema de desarrollo alternativo? porque los actores que hegemonizan el sistema se proponen involucrar a los beneficiarios de los proyectos mediante la aplicación de esquemas institucionales diferentes de los empleados en los programas clásicos de desarrollo rural en América latina hasta la década del 80 y porque trabajan en base al supuesto de que es necesario generar soluciones tecnológicas y organizativas específicas para los pequeños productores.

El SDRA está conformado básicamente por los siguientes actores : la agencia financiadora externa, la organización no gubernamental (ONG) local y los grupos de base rurales. Entre estos actores principales fluyen recursos, generalmente monetarios, que naturalmente deberían dirigirse desde la agencia hacia los grupos de base. Por otro lado, siguiendo el camino contrario, desde los grupos hacia las agencias, existe un proceso de legitimación simbólica alimentado por el mayor o menor éxito — real o presunto — de los proyectos (diagrama I).

La AEC es una organización que recibe recursos de los gobiernos o iglesias del primer mundo y los distribuye entre pobladores carenciados del tercero. Para poder acceder a esos recursos, los beneficiarios deben formar grupos u organizaciones, desde los cuales elaboran proyectos destinados a lograr la sustentabilidad futura de dicho grupo u organización.

Las ONGs son instituciones sin fines de lucro (Drucker, 1992) encargadas de reclutar a los GB existentes o de formarlos — a través de una actividad de promoción y capacitación —, para que protagonicen y eventualmente participen en la elaboración de los proyectos que necesitan para poder acceder a los recursos.

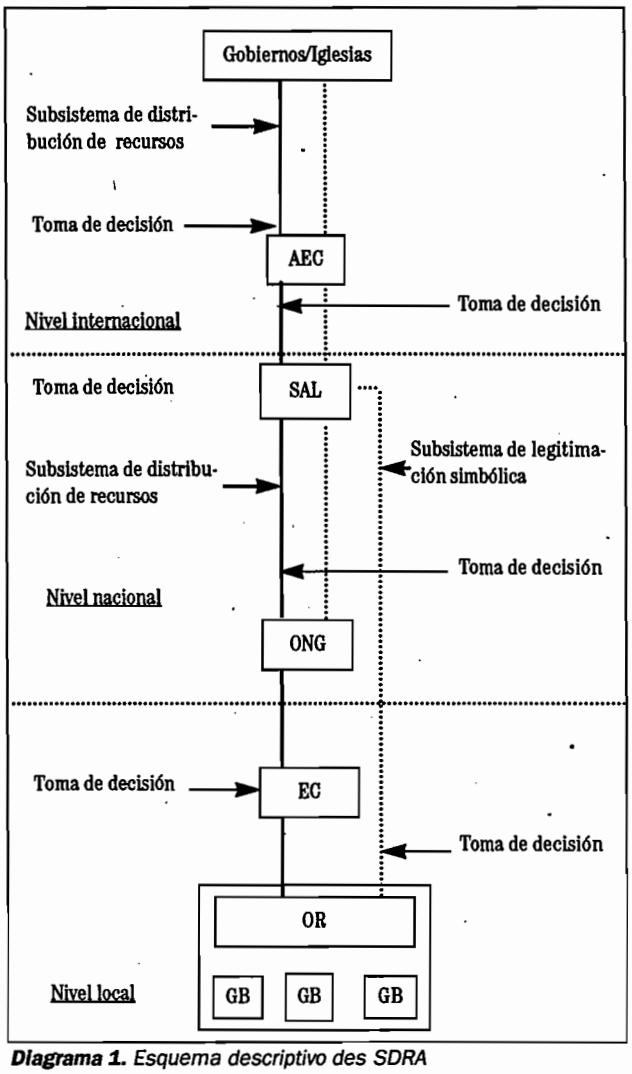


Diagrama 1. *Esquema descriptivo des SDRA*

Los GB están situados en áreas rurales marginales de países del tercer mundo, y pueden ser organizaciones preexistentes (con historia previa a la existencia de un determinado proyecto o idea de proyecto) o *ad hoc* (grupos que se forman al iniciarse una actividad de promoción, a la cual se aplican los recursos gestionados ; eventualmente se puede llegar a constituir una organización durante el transcurso del proyecto).

Los GB rurales generalmente están formados por diversidad de sujetos ; no obstante, de acuerdo con el predominio de unos sobre otros, podemos clasificarlos en grupos de asalariados o semiasalariados, campesinos y familiares capitalizados.

Además de los actores institucionales mencionados, existen agentes intermedios (o intermediarios). Como las agencias externas conocen poco de los países donde deben actuar, en algunos casos se han creado servicios de apoyo local (SAL) que colaboran con las agencias para ayudar a canalizar eficazmente las donaciones. Estos SAL, además de tomar contacto con las ONGs locales y eventualmente con los GB y participar en la gestión de nuevos proyectos o en su renovación, incluyen entre sus funciones la organización de actividades de evaluación y monitoreo del proceso de distribución de recursos y del éxito o fracaso de los proyectos implementados.

Como generalmente las gerencias o direcciones de las ONGs locales están ubicadas en las capitales de los países o en grandes centros urbanos, necesitan, en las áreas donde deben actuar, de la ayuda de equipos de campo (EC) formados por promotores y técnicos que realizan la efectiva tarea de promoción, capacitación y apoyo técnico de los GB y ocasionalmente el seguimiento de los proyectos. Las modalidades de integración o relación de los EC con las ONGs varían según el modelo organizativo de éstas últimas.

Estos EC están formados por ingenieros agrónomos, técnicos agrónomos, sociólogos, antropólogos, trabajadores sociales, etcétera. Se los puede diferenciar por sus inclinaciones en profesionales o voluntaristas ; en este último grupo predominan los aspectos ideológicos sobre los técnicos, como criterios de desempeño.

En algunas áreas rurales existen además organizaciones representativas de los GB, de características gremiales y reivindicatorias, que muchas veces actúan como garantes de las experiencias.

Las organizaciones representativas de los pequeños productores rurales pueden haber tenido su origen en el movimiento cooperativo que tuvo su auge en los '60, en movimientos reivindicativos de los '70 (Ligas Agrarias) o en el trabajo impulsado por las ONGs con el fin de implementar formas alternativas de desarrollo.

Interrogantes y proposiciones centrales del estudio

La política de las agencias externas estuvo por lo general orientada o concebida como canalización de recursos -sobre todo monetarios-, con el fin de producir determinados resultados en los grupos de base. Se priorizó el mejoramiento de las condiciones de producción de los pequeños productores, principalmente a través de propuestas tecnológicas, organizativas y educativas tendientes a fortalecer su capacidad de autogestión.

El aumento del nivel organizativo preexistente y su perduración en el tiempo fue, en efecto, la intención original de la mayoría de los programas y proyectos generados o promovidos por las agencias. Además aducir esa intencionalidad constituyó un argumento en favor de la legitimidad de los proyectos y la adjudicación de recursos.

Los resultados del sistema, sin embargo, no han sido congruentes con ese propósito : con suma frecuencia, los recursos se han dirigido hacia grupos sin experiencia organizativa previa, conformados *ad hoc*.

Gran parte de sus esfuerzos han resultado sesgados hacia el apoyo de grupos que no poseían organización suficiente. Como consecuencia de todo ello pueden mencionarse :

- las carencias objetivas de los grupos para funcionar como organizaciones productivas y comerciales ;
- la persistente dependencia de estas "protoorganizaciones" respecto del apoyo externo, o sea de los restantes componentes institucionales del SDRA ;
- el carácter "inercial" que asumen muchas experiencias en sus aspectos organizativos y, con frecuencia, su desaparición como grupos.

En el estudio se intenta identificar algunos factores que operan como limitantes de los proyectos y de sus resultados con los GB ; condicionan además la viabilidad de la cooperación técnica y financiera en tal sistema.

La dinámica del sistema y sus restricciones

Objetivos y resultados obtenidos

En los puntos anteriores se analizaron los elementos que componen el SDRA y las hipótesis centrales que guiaron la investigación. En este apartado se exponen algunos de los resultados obtenidos. Se verificó la existencia de incongruencias entre las metas y objetivos propuestos por los agentes del sistema en los proyectos, y los resultados reales obtenidos.

Los cuadros I y II sintetizan algunos indicadores de esta situación. Nos limitaremos a señalar los aspectos salientes que sirven como punto de partida e ilustran sobre los productos del SDRA.

El cuadro I muestra la asignación de los recursos distribuidos por el SDRA según diferentes tipos de productores y distintas clases de proyectos. La clasificación por tipo de proyecto se basa más en su operatoria real que en su intencionalidad manifiesta. En ese cuadro se observa :

- una fuerte relación entre grupos de asalariados o semiasalariados y proyectos de tipo asistencial ;
- una estrecha relación entre grupos de pequeños productores no capitalizados y proyectos de tipo asistencial. Asimismo, en este grupo se produce la mayor concentración de proyectos ubicados en las categorías "que tienden a organizar" y "organizativos puros" ;
- una relación entre productores capitalizados y proyectos productivos, así como poca concentración de casos en la categoría "organizativos puros". Dentro de este grupo de beneficiarios es también elevado el número de proyectos asistenciales.

Las relaciones mencionadas se ven confirmadas en el cuadro II. En este caso también se desprende que las metas organizativas y productivas postuladas por el SDRA mayormente no se cumplen. La realidad de los proyectos permite concluir que tales metas se han alcanzado sólo parcialmente. Los objetivos productivos tienden a un mayor grado de cumplimiento en los proyectos en que predominan pequeños productores con cierto grado de capitalización, mientras que las metas organizativas están más presentes entre productores con características campesinas. Esta disociación entre aspectos productivos y organizativos es contradictoria con uno de los principales presupuestos del SDRA, esto es, la promoción de una inserción alternativa de los pequeños productores en la estructura productiva en base al crecimiento de sus organizaciones.

Gestión de proyectos

Para analizar la dinámica del sistema se puede tomar como eje la secuencia habitual de gestión de proyectos :

- formulación del proyecto de desarrollo rural alternativo y su aprobación para ser financiado ;
- ejecución propiamente dicha del proyecto ;
- seguimiento de esa ejecución y luego evaluación de sus resultados.

Este procedimiento, aunque no da cuenta de la lógica integral del SDRA, sirve como vía de entrada y, además, resulta coherente con nuestro propósito de emplear el abordaje de sistemas para evaluar globalmente las experiencias de organización rural con pequeños productores.

En la relación AEC — ONG local pueden citarse como instancias decisivas la gestión inicial de proyectos y su seguimiento y evaluación, condición ésta última para la renovación de apoyos financieros.

Sin embargo, la secuencia en sí misma es poco reveladora de la dinámica del sistema, pues a lo sumo permite caracterizar el recorrido más o menos lineal de cada proyecto. Si la secuencia, en lugar de ser analizada como acumulación de atributos, es visualizada en cambio como relación y como parte de un conjunto más amplio de relaciones entre actores, resulta reveladora de las reglas de juego vigentes ; de las cuestiones o asuntos en juego (las apuestas) ; de las expectativas de pérdida o ganancia en torno a ellas y de los modos de

Cuadro 1. Distribución de recursos según tipos de pequeños productores y clases de proyectos de desarrollo implementados por ONGs en el Norte argentino, en porcentajes.

	Proyectos	Asistenciales	Productivos	Que tienden aorganizar	Organizativos puros	Total
Grupos de						
Asalariados o semiasalariados	90	0	5	5	(100)	30
Productores no capitalizados-	60	0	20	10	(100)	60
Productores capitalizados	30	50	10	5	(100)	10
						(100)

Cuadro 2. Grado de congruencia entre tipos de pequeños productores y clases de proyectos de desarrollo implementados por ONGs en la Argentina.

Proyectos	Asistenciales	Productivos	Que tienden a organizar	Organizativos puros
Grupos de				
Asalariados o semiasalariados	+	0	-	-
Productores no capitalizados-	0	-	+	+
Productores capitalizados	0	+	-	-

Referencias : (+) Proyectos más apropiados o con probabilidades de éxito ; (-) Proyectos poco apropiados, que no ofrecen alternativas, con probabilidades de fracaso y que provocan baja adhesión ; (0) Proyectos no apropiados.

negociarlas ; del poder relativo de los actores y de sus respectivos márgenes de libertad. (Crozier y Friedberg, 1977).

Todo ello remite a la cuestión del poder. Para Crozier y Friedberg, el poder define una relación de intercambio en la cual los términos de la relación tienden a ser más favorables a una de las partes que a las restantes, pero ninguna de ellas se encuentra totalmente desvalida. Por lo contrario, negocia su situación y obtiene el mejor partido posible de ella (Crozier y Friedberg, 1977).

Los autores introducen el concepto de juego, definido como instrumento esencial de la acción organizada. Concilia coacción y libertad, permite adaptarse a las reglas fijadas por los sectores hegemónicos del sistema (en nuestro caso las agencias externas de cooperación), posibilitando a la vez un margen para el desarrollo de estrategias "ganadoras" y de iniciativas por parte de los restantes actores del sistema. Ello es posible porque cada sistema de acción social es una construcción contingente, no un hecho naturalmente dado al cual deben adaptarse pasivamente los actores (Crozier y Friedberg, 1977).

Las relaciones de poder se establecen en torno a áreas de incertidumbre que los actores intentan controlar en beneficio de sus estrategias. Si existe incertidumbre acerca de alguna cuestión significativa, los actores capaces de controlarla intentarán utilizarla en su beneficio. Por ello, la incertidumbre es el recurso fundamental en toda negociación, "porque aquello que es incertidumbre desde el punto de vista de los problemas, es poder desde el punto de vista de los actores" (Crozier y Friedberg, 1977).

Para introducir una perspectiva dinámica en nuestro análisis, recurrimos al concepto de subsistema que sintetiza dimensiones funcionalmente especializadas pero a la vez abarcadoras del sistema global : el subsistema de distribución de recursos y el subsistema de legitimación simbólica.

Así como en un nivel operativo el concepto de sistema total expresa el conjunto de relaciones que se establecen entre los distintos agentes institucionales en torno a la concepción, formulación, gestión, seguimiento y evaluación de proyectos localizados de desarrollo rural, la noción de subsistema distingue analíticamente diferentes dimensiones de esa misma relación.

El SDRA funciona a partir de los recursos monetarios que son proporcionados por la agencia y que llegan hasta los GB después de pasar por las distintas etapas e intermediarios que toman la decisión de aprobarlo mediante evaluaciones *ex ante*. Este tipo de evaluación forma parte de un subsistema de distribución de recursos.

Para considerar el éxito o el fracaso de las experiencias, se establecen mecanismos de seguimiento y evaluación *ex post*, que en algunos casos dan lugar a la existencia de un subsistema diferenciado. Por lo general, sin embargo, esos mecanismos son, desde el punto de vista de la AEC, un instrumento del subsistema de distribución de recursos.

En la medida en que los proyectos financiados en los GB tienen éxito, o sea que alcanzan las metas previstas en los mismos, se produce un movimiento de legitimación desde abajo hacia arriba. Los distintos actores o agentes promotores de la experiencia, mediante procedimientos formales (por ejemplo, seguimientos *on going* y evaluaciones *ex post*), o informales (adhesión a los temas vigentes o de moda entre las agencias, por caso), contribuyen a conformar un subsistema de legitimación simbólica.

Cada uno de los subsistemas generan ámbitos y procesos de toma de decisiones que fijan rumbos tácticos y estratégicos en función de la resolución de las cuestiones críticas en juego.

Dentro del subsistema de distribución de recursos, por ejemplo, los interrogantes de los distintos agentes son : ¿A qué ONG local adjudicar tal recurso? ¿Qué tipo de proyecto preparar para conseguir financiamiento? ¿Qué temas abordar? ¿Qué metodología proponer? ¿Qué argumentos emplear para fundamentar el proyecto? ¿A qué grupo aprobarle tal proyecto? etcétera.

En el subsistema de legitimación simbólica, por ejemplo, se presentan situaciones de este tipo cuando se debe evaluar si tal o cual proyecto ha tenido éxito o ha fracasado. Este tipo de decisiones influye sobre el grado de legitimidad alcanzado por los actores implicados y puede condicionar o impedir el acceso a nuevos recursos.

El concepto de "lo que está en juego" permite, por lo tanto, precisar algunas preguntas claves para nuestra aproximación de sistemas. Por ejemplo : ¿Cuáles son las cuestiones, temas, problemas que están en juego en cada subsistema? ¿Qué es lo que "apuesta" cada actor y qué es lo que obtiene a cambio? ¿Cuáles son los grados relativos de legitimidad y de protagonismo de cada uno de ellos dentro de los subsistemas? ¿Qué inserción les cabe en estos procesos a los grupos de base?

Esas preguntas se conectan a otros interrogantes estrechamente vinculados con las hipótesis centrales del estudio, a saber : ¿Cuáles son los márgenes posibles para la iniciativa de los diferentes actores implicados en la gestión, ejecución, seguimiento y evaluación de los proyectos? ¿Cuál es su posibilidad de influir en el rumbo del proyecto o programa? ¿Qué capacidad real tienen las organizaciones representativas y los grupos de base para identificar, elegir y aplicar alternativas de proyecto? ¿Qué papel juegan las intervenciones de los agentes más alejados de los ámbitos concretos de ejecución de los proyectos? ¿Cuáles son las contradicciones generadas por la relación proveedor — beneficiario en el sistema y cuál es el saldo resultante en cuanto a las relaciones de poder?

Relaciones de poder

Las relaciones de poder dentro del sistema se organizan básicamente en torno a la posibilidad de gestionar recursos, al logro efectivo de una financiación o de su renovación. Abarcan también todo lo atinente al seguimiento y evaluación de los proyectos, y también los procesos de legitimación de las acciones a cargo de la institución o del grupo demandante. Estas relaciones de poder constituyen el fundamento de la construcción institucional y por lo tanto expresan la dinámica del sistema (Crozier y Friedberg, 1977 ; Balandier, 1991), y de sus condiciones de reproducción (Balandier, 1991). Son relaciones de poder porque presuponen la conformación de áreas de incertidumbre en torno al acceso, legitimidad y administración de los diferentes tipos de recursos.

Un rasgo significativo de las áreas de incertidumbre del sistema reside pues en el carácter relativo que asumen las relaciones entre distintos actores que poseen un poder de negociación comparable : presencia latente o manifiesta de ter-

ceros grupos u organizaciones durante el proceso de gestión de recursos para los proyectos, muchos de ellos potenciales usuarios de los recursos disponibles.

Por lo tanto, no sólo está en juego la relación bilateral con la agencia, sino también existen potenciales contendientes preparados -y normalmente dispuestos — a demandar y hacer uso de esos recursos.

Puntos de vista diferenciados

El SDRA no debe ser visto, sin embargo, como una realidad unidimensional, construida sobre un plano único y uniforme, al cual concurren los diversos agentes con la finalidad de obtener recursos. El sistema presenta, en cambio, cierto tipo de diferenciaciones internas que funcionan como clivaje ideológico y que influyen sobre los comportamientos de los distintos agentes institucionales y sus estrategias para acceder a los recursos.

Las AEC, las ONGs y los proyectos tienden a vincularse entre sí según afinidades ideológicas y vínculos personales e institucionales, dando origen a "estilos" de comunicación, de trabajo y de gestión heterogéneos en relación con el conjunto del SDRA. Esto se refleja a nivel de subsistemas en la aplicación de distintos criterios para la asignación y distribución de recursos y en los argumentos o fundamentaciones empleadas durante los procesos de legitimación simbólica de los proyectos.

Así es como, por ejemplo, es posible identificar circuitos compuestos por instituciones de tipo religioso o laico, que expresan diferentes líneas y matices ideológicos, políticos y técnicos. Los distintos tipos de agencias tienden naturalmente a producir políticas institucionales acordes con los objetivos establecidos por los órganos dirigentes. A su vez, los técnicos y oficiales de las agencias poseen un margen variable de opciones, con diferentes grados de libertad según sea el caso, en relación con el mandato institucional recibido.

Por otra parte, como ya vimos, las estrategias de trabajo propiciadas por los distintos tipos de agencias distan de ser uniformes, pues a su vez presentan substanciales variaciones en el tiempo, y ello tiene indudable incidencia sobre los criterios de asignación de los recursos y sobre el comportamiento institucional de las ONGs, los GB y los resultados de campo de los proyectos.

Comentarios finales

En esta sección realizaremos algunos comentarios referentes a las grandes líneas que observamos acerca del movimiento del SDRA en los últimos tiempos.

Gran parte de los esfuerzos de las instituciones del SDRA se encuentran orientados hacia su propia supervivencia. Esto es muy evidente en el caso de las ONGs, debido a cambios en el contexto del sistema, que han provocado una significativa reducción en los recursos.

Como consecuencia de ello, ha cobrado creciente importancia la búsqueda de nuevas financiaciones y de fuentes alternativas para recabar recursos, en detrimento del trabajo de sustento con los GB. Se observa, incluso, una decreciente capacidad de contratación de cuadros técnicos y, por lo tanto, menor cobertura real en los distintos espacios sociales y geográficos atendidos por las ONGs.

Los demás actores del SDRA no escapan a este fenómeno. Así, los SAL también dependen del nivel de actividad de las ONGs con los GB. A menor cobertura real de los proyectos, menores serán los resultados que puedan mostrar los SAL como legitimación de su rol intermediario en cuestiones referidas a recursos y en el seguimiento y evaluación de los proyectos.

Otro caso es la dependencia de algunas agencias externas -y por lo tanto de sus oficiales y técnicos — de las financiaciones de proyectos provenientes de la Comunidad Europea. Durante los años recientes la Comunidad cobró creciente importancia en el apoyo a experiencias de ONGs y de GB en el tercer mundo ; al hacer esto, contribuye indirectamente al trabajo de las agencias, cuya razón de ser son los proyectos. Sin ellos las agencias de cooperación -sobre todo las más pequeñas — tendrían una capacidad de cobertura más reducida que la actual.

En muchos casos se observa que la capacidad de las instituciones para formular políticas y estrategias coherentes es insuficiente. Este problema alcanza a la totalidad de los actores del SDRA, aunque resulta más evidente en el caso de las ONGs.

Como indicadores de este tipo de dificultades pueden mencionarse la carencia de diagnósticos adecuados y la frecuente definición *ex post facto* de aspectos sustantivos de las políticas en función de las financiaciones disponibles ; no tanto a partir de las necesidades de los grupos de base o de la experiencia acumulada en la práctica de proyecto.

Se puede hablar, además, de una suerte de neoclientelismo en las relaciones entre los actores del SDRA, que tiene origen en algunos de los factores mencionados en este trabajo, particularmente en la creciente escasez de recursos destinados a las instituciones y a los proyectos, y al hecho de que las relaciones con los GB constituyen un importante factor de legitimación.

Pese a la vigencia de ideologías centradas en la autogestión, el neoclientelismo se pone en evidencia en el grado de dependencia que, de hecho, generan los proyectos. Es el caso de aquéllos que se apoyan en subsidios manifiestos o encubiertos (en el cuadro I, los proyectos asistenciales y una proporción significativa de los restantes).

Se observa últimamente que gran parte de los procedimientos y metodologías empleados dentro del SDRA están siendo asumidos acríticamente por los organismos del Estado en su aplicación de las políticas sociales. En algunos casos incluso, los instrumentos de esa política social son delegados a ONGs o grupos de ONGs, sin un adecuado conocimiento de las limitaciones del sistema para asumir tales responsabilidades.

Referencias bibliográficas

Balandier G., 1991. *Anthropologie politique*. Paris, France, Quadrige/Presses Universitaires de France, 240 p.

Checkland P., 1993. *Pensamiento de sistemas, práctica de sistemas*. México DF, México, Megabyte, Grupo Noriega Editores, 367 p.

Crozier M., Friedberg E., 1977. *L'acteur et le système*. Paris, France, Le Seuil, 493 p.

Drucker P., 1992. *Dirección de instituciones sin fines de lucro*. Buenos Aires, Argentina, El Ateneo, 230 p.

Morin E., 1977. *La méthode I. La nature de la nature*. Paris, France, Le Seuil, 399 p.

Las Uniones de Crédito : un instrumento para el desarrollo de las unidades de producción

Braojos García Ramón F.
AMUCSS, Av. Universidad 1913-4, Col. Oxtopulco, C.P. 04318, Ciudad de México, México

Resumen

Ante los severos cambios realizados en los últimos años por el Gobierno mexicano, los productores minifundistas han debido llenar los vacíos creados en la prestación de servicios, principalmente el referente al crédito agropecuario. Sin embargo, ante la falta de modelos alternativos y el hecho de que la principal fuente financiera de las Uniones de Crédito (UC) es la misma banca de desarrollo, el modelo crediticio no ha variado, reproduciendo las deficiencias que impiden la capitalización de los agricultores. Los socios de la unión de crédito analizada mantienen un Sistema de Producción (SP) basado en la rotación trigo-soya y trabajo asalariado. El uso intensivo de maquinaria e insumos industriales no se refleja en grandes ingresos, debido a la reducida superficie por Unidad Familiar (UF) y al mal estado de los suelos. La aplicación de un enfoque de sistemas de producción en el análisis de la problemática regional permitió sistematizar y analizar la información que poseen los actores del desarrollo regional. Gracias a ello se pudieron proponer recomendaciones para el mejoramiento de los sistemas de producción. Estas recomendaciones tienen como base el mejoramiento de los suelos y como eje a las uniones de crédito, pues son las organizaciones que mayores posibilidades de ingerencia en el desarrollo agropecuario presentan.

Palabras clave

Sonora, unión de crédito, maquinaria, insumos industriales, desarrollo rural, rentabilidad, sistemas de producción, valle del Yaqui.

Résumé

Les unions de crédit : un outil pour le développement des unités de production

Face aux importants changements apportés par le Gouvernement mexicain au cours de ces dernières années, les petits exploitants agricoles se sont heurtés au manque de services, principalement en ce qui concerne l'octroi de crédits pour l'agriculture et l'élevage. Comme la banque du développement est restée la principale source financière et qu'aucune autre solution n'a été proposée, les agriculteurs continuent à faire face à ces lacunes qui les empêchent d'accéder au crédit. L'union de crédit examinée dans cet exposé a maintenu un système de production basé sur la rotation blé-soja et le travail salarié. L'utilisation intensive de machines agricoles et d'engrais chimiques ne se traduit pas par de hauts revenus à cause de la petite dimension des exploitations agricoles et du mauvais état des sols. L'approche systémique, dans l'analyse des problèmes de la région, a permis de systématiser et d'analyser les informations fournies par les acteurs du développement régional. De la sorte, il a été possible de proposer des recommandations pour l'amélioration des systèmes de production. Ces recommandations se basent sur l'amendement des sols en faisant appel aux unions de crédit, qui représentent la meilleure solution pour le développement de l'agriculture et de l'élevage.

Abstract

Credit Unions: A Useful Tool in the Development of Farming Units

As a result of significant changes brought about by the Mexican government over the past few years, small farmers have had to deal with a lack of essential services, in particular concerning the supply of credit for crop and stock farming. As the main source of finance is the development bank, and no alternatives have been proposed, farmers continue to face restrictions on raising capital. The credit union associates interviewed use a farming system based on a wheat-soybean crop rotation and salaried workers. However, intensive use of agricultural machinery and chemical fertilizers has not provided high incomes, as land holdings are small and the soil is in poor condition. A systems approach to the area's problems allowed the information available to local development actors to be systematized and analyzed. It was thus possible to make recommendations for improvement of the farming systems through better soil mana-

gement. The recommendations are being spearheaded through the credit unions, as these organizations offer the best way of influencing developments in crop and stock farming.

Introducción

El crédito agrícola ha sido uno de los principales motores del desarrollo rural en México a partir de la Revolución Verde (1945). En efecto, el uso intensivo de insumos de procedencia industrial (fertilizantes y pesticidas), de semillas mejoradas y de maquinaria agrícola, aunados a una constante reducción de rentabilidad en el sector primario, han hecho del crédito un factor esencial en la producción, sobre todo entre los agricultores minifundistas. A partir de 1990, el Gobierno mexicano lleva a cabo una severa reestructuración económica, la cual incluye para el sector agrícola reformas al artículo 27 constitucional, la negociación de un tratado de libre comercio con Canadá y los Estados Unidos de América (EUA), firmado a finales de 1993, y la reducción de funciones de los organismos de desarrollo ligados al campo : el Banco Nacional de Crédito Rural (BANRURAL), la Compañía Nacional de Subsistencias Populares, la Aseguradora Agrícola (antes ANAGSA, ahora AGROASEMEX), y de la propia Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

Los cambios son de tal magnitud que los productores en menos de tres años deben pasar de ser tratados como menores de edad -las dependencias gubernamentales tomaban la mayoría de las decisiones por ellos : qué sembrar, monto del crédito, técnicas de producción, a quién vender, etc.-, a ser administradores, financieros, comerciantes y técnicos. Es decir, los productores, por medio de sus organizaciones, deben llenar los huecos creados por la reestructuración gubernamental.

En cuanto al crédito, el BANRURAL redujo la superficie atendida (el 71%) de 7 a 2 millones de hectáreas (AMUCSS, Asociación Mexicana de Uniones de Crédito del Sector Social, A.C., 1993) y el número de productores bajó de 1,5 millones a 400 000 (IRAM, 1994). Casi el 100% de los productores que dejaron de ser atendidos son minifundistas. Aparentemente el Programa Nacional de Solidaridad (PRONASOL) apoya con créditos reducidos (150 $US/ha aprox.) y a fondo perdido (no recuperable) a 2 millones de hectáreas, sin tenerse datos sobre el número de productores. Los Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA) en el Banco de México, a pesar de haber incrementado el monto real de sus créditos entre 1985 y 1991, redujeron su apoyo a los Productores de Bajos Ingresos (PBI) en un 48% en términos reales, pasando el mismo del 47 al 18% de sus apoyos totales (cuadro I). Además, sólo financiaron el 10% de la superficie agrícola nacional en 1991. Para hacer frente a esta situación, los productores tienen dos opciones, los agiotistas y las Uniones de Crédito.

Las UC son consideradas como organismos auxiliares de crédito por el sistema bancario, lo que supone cumplir con un gran número de requisitos administrativos y contar con un capital social mínimo de 265 millones $US. Para las UC que se crearon en los últimos 6 años, esto implicó una acelerada y no siempre correcta capacitación en aspectos administrativos, financieros y fiscales, así como la adhesión del mayor número posible de socios, para juntar el capital social requerido por la ley. Por falta de conocimiento de otros esquemas crediticios, por la familiaridad del esquema y porque el BANRURAL es la principal fuente financiera, las UC simplemente calcaron el esquema del banco, añadiéndole algunas ineficiencias propias de la inexperiencia. Los resultados no han sido muy halagadores y varias UC están a punto de perder su registro. Por eso, la AMUCSS decidió realizar un proyecto piloto en la Unión de Crédito Ejidal del Sur de Sonora (UCESS), que consistió en un diagnóstico interno de la misma y un análisis de los sistemas de producción de sus socios.

Para ello, se partió de que una UC no puede ser viable si sus socios enfrentan problemas de rentabilidad, y que es precisamente la UC quien debe apoyar el mejoramiento de los SP de sus socios, básicamente apoyando su capitalización. Conjuntamente con los directivos de la UCESS se escogieron 8 ejidos, basándose en su localización, su situación financiera y su nivel de productividad.

El ejido es una forma particular de tenencia de la tierra, donde los campesinos (ejidatarios) son usufructuarios de la tierra, pero no los dueños de la misma. Legalmente, es el ejido -por medio del comisariado ejidal (consejo de administración) — la figura jurídica responsable de la administración de su superficie, así como de los créditos agropecuarios y forestales en ella aplicados.

Cuadro I

Créditos otorgados por FIRA por tipo de crédito, productor y banca
(en millones de pesos ($) de 1980)

	1985		1986		1987		1988		1989		1990		1991	
	$	%	$	%	$	%	$	%	$	%	$	%	$	%
TOTAL	38 728,8	100,0	29 336,0	100,0	30 210,5	100,0	34 594,2	100,0	36 818,7	100,0	42 250,2	100,0	51 253,3	100,0
Avío	25 159,2	65,0	20 948,8	71,4	20 074,1	66,4	22 289,9	64,4	19 645,4	53,4	21 817,0	51,6	28 382,2	55,4
Refaccionario	13 569,7	35,0	8 387,3	28,6	10 136,4	33,6	12 304,2	35,6	17 173,2	46,6	20 433,2	48,4	22 871,1	44,6
PBI	18 082,1	46,7	13 451,2	45,9	14 821,1	49,1	17 180,3	49,7	15 061,3	40,9	11 347,4	26,9	9 365,2	18,3
OP	20 646,7	53,3	15 884,8	54,1	15 389,4	50,9	17 413,8	50,3	21 757,4	59,1	30 902,8	73,1	41 888,1	81,7
Banca Desarrollo	2 547,6	6,6	2 285,9	7,8	1 671,3	5,5	1 160,3	3,4	1 413,1	3,8	918,5	2,2	1 711,7	3,3
Banca Comercial	36 181,2	93,4	27 050,1	92,2	28 539,1	94,5	33 433,9	96,6	35 405,5	96,2	41 331,8	97,8	49 541,6	96,7

Nota: 1 peso = 0,04 $US
Fuente : FIRA, 1992. Deflactado por Braojos García Ramón

Sin embargo, con las modificaciones al artículo 27 constitucional, existen dos posibilidades para modificar lo anterior. Con la primera opción, la asamblea ejidal – con la aprobación del 75% de los participantes –, puede decidir disolver el ejido y volver las parcelas propiedad privada, lo cual crea problemas respecto al uso de terrenos de uso común (tierras de pastoreo y forestales). La segunda opción para los ejidatarios es crear Unidades de Producción Agrícolas (UPA) que no modifican la forma de tenencia de la tierra, pero son reconocidas jurídicamente, siendo, entre otras cosas, sujetas de crédito.

Dentro de los ejidos seleccionados, se escogieron 12 UPA (grupos) a las que se entrevistó respecto a sus Sistemas de Cultivo (SC), superficie, labores realizadas, insumos, tiempos, costos, etc., así como a sus relaciones con otros grupos de trabajo, organizaciones de productores (incluyendo la UCESS) y organismos gubernamentales, fuentes alternas de ingresos y distribución del trabajo al interior de la UPA. Lo anterior se complementó con entrevistas a funcionarios de diferentes organizaciones y organismos, análisis de documentos de la UCESS y lecturas regionales.

El método consistió en primer lugar en un recorrido de la región de los valles en compañía de un técnico de la UCESS. El objetivo era conocer las condiciones agroecológicas de la región, observar los cultivos y otras actividades productivas, así como establecer contacto con algunos socios de la UCESS. Asimismo, se realizó una reunión con los socios para explicarles los objetivos del estudio y la metodología a utilizar, y conocer su punto de vista respecto a su problemática.

La información respecto a los SP se obtuvo a partir de entrevistas directas con los responsables de cada grupo. Se les inquirió respecto a los itinerarios técnicos, tiempos para cada labor, número de trabajadores en cada labor, tipo y cantidad de insumos utilizados, herramientas o maquinaria, razones para la realización de las labores, etc. Esto se hizo para cada uno de los cultivos presentes en el SP, dividiéndose proporcionalmente la amortización de la maquinaria y herramientas propias según el tiempo de uso en cada cultivo. Una vez obtenidos todos los costos de producción y los ingresos, se procedió al cálculo económico : costos fijos, variables y sociales, ingresos brutos y netos, valor añadido y aportaciones sociales, todo ello por grupo, hectárea, jornal y UPA.

Durante la entrevista que giró en torno a cuestiones técnicas, se les preguntaba respecto a la calidad de los servicios recibidos : asistencia técnica, suministro de insumos, crédito, seguro agrícola, agua, comercialización, etc. Asimismo se preguntaba sobre la historia personal de los productores : proveniencia, cuándo llegaron a los valles, historial de lucha agraria, historial como agricultores, cultivos que conocían, cultivos que habían dejado de producir y por qué, etc. Esto llevaba a la historia agraria de la región, el reparto post-revolucionario, el reparto de 1977, la organización de los ejidos colectivos, la descomposición de éstos y sus razones, las relaciones con los antiguos propietarios de la tierra y las formas de organización superior.

No sólo se entrevistó a los productores, sino también se tuvieron pláticas con los dirigentes de diferentes organizaciones de productores (OP), con investigadores, funcionarios y técnicos agrícolas. La información de campo fue cotejada con información bibliográfica y estadística, en especial la información técnica se comparó con las recomendaciones del campo experimental regional y la económica con los registros y facturas de la UC.

En el análisis de la información se les dio mayor peso a la comprensión de la lógica de los SP y a las interrelaciones con el resto de la economía regional, que a los aspectos estadísticos, aunque en el análisis económico se utilizó esta herramienta. El preferir un método sobre otro se debió a las intenciones del trabajo : comprender la problemática de los socios de la UC y no el obtener datos estadísticamente válidos que no permiten el aprehender la compleja realidad rural. Una vez entendida la dinámica de los SP, es más sencillo elaborar una encuesta de fácil y rápida aplicación que aporte información estadística relevante.

Los sistemas de producción del sur de Sonora

Generalidades

El Estado de Sonora se encuentra en el noroeste de México, haciendo frontera al norte con los EUA, al oeste con el golfo de Baja California, al este con el Estado de Chihuahua y al sur con el Estado de Sinaloa. La región de estudio, valles del Yaqui y Mayo, se sitúa entre los 109° 15' y los 110° 30' de longitud oeste y los 26° 45' y los 27° 30' de latitud norte, presentando un clima semidesértico con precipitaciones medias anuales de 300 mm, veranos cálidos (35 °C) e inviernos templados (8 °C). La topografía es plana, teniéndose al oeste a la Sierra Madre oriental, y sus suelos de origen aluvial son pesados. Desde su colonización agrícola por los blancos (1850-1890), — anteriormente era territorio de tribus nómadas (Mayos y Yaquis) —, el desarrollo se ha basado en los sistemas de irrigación y la producción de trigo. Los valles han sido agroexportadores por tradición, trigo a las ciudades mineras, garbanzo a España, algodón a las ciudades textiles, hortalizas a las metrópolis y a los EUA; la agricultura de autoconsumo nunca ha representado una actividad principal (Aguilar Camín, 1977). Además, la Revolución Verde tuvo ahí sus inicios, razón por la cual se la considera la región agrícolamente más desarrollada del país.

El sistema de cultivo

Los socios de la UCESS manejan UPA dedicadas principalmente a trigo *(Triticum* spp.*)* y soya *(Glycine max* L.*)*, incorporando cada vez más al maíz *(Zea mais* L.*)* dentro de la rotación, debido a la baja rentabilidad de la soya. El análisis de los SC mostró que existen graves problemas con la estructura, compactación y fertilidad de los suelos, debido principalmente a las prácticas de cultivo : quema de residuos de cosechas, reducida rotación de cultivos, excesivos pasos de tractor (20 al año) y dosis de fertilización principalmente. Otro de los problemas es la alta infestación de malezas, algunas adventicias y otras, las más, provenientes en el agua de riego. Por último, se tienen problemas con las dosis de fertilización y densidades de siembra, ambas en trigo, pues no se realizan análisis de suelos y se utiliza un

157% más semilla de la cantidad recomendada para la región (CIRNO, 1992).

Este SP, basado en el trigo y la soya, está altamente motorizado, requiriendo sólo 10 jornadas de trabajo por hectárea al año (4 en trigo y 6 en soya). Las UPA son integradas por varias UF que aportan 5 hectáreas cada una, pero no todas las UF aportan trabajo a la UPA. En general uno o dos miembros de la UPA, dependiendo del tamaño de ésta (entre 15 y 300 ha), se encargan de los trabajos y administración, mientras que el resto son pensionados o cuentan con trabajos permanentes o semipermanentes en otras explotaciones o en la ciudad. Esto reduce ligeramente la presión sobre el trabajo en la UPA, pero no totalmente, ya que las labores que en ella se realizan son remuneradas.

Aún con los problemas técnicos mencionados, los rendimientos medios de la región son superiores a la media nacional en soya (2,2 t/ha) y a la internacional en trigo (5,5 t/ha). Los ingresos brutos generados por hectárea son de 1 504 $US, el 65% de trigo y el resto de soya. Los costos de producción ascienden a 1 048 $US/ha (60% para el trigo y 40% para la soya), es decir el 70% del producto bruto, por lo que los ingresos netos son de sólo 492 $US/ha (aportaciones sociales incluidas). Esto representa ingresos anuales provenientes de la UPA de 2 460 $US por UF, monto insuficiente para cubrir los gastos de una familia, pero superior al salario mínimo anual de la región.

Dentro de los costos variables, la semilla, el agua, las maquilas y los fertilizantes son los rubros más importantes (50% de los costos totales), mientras que entre los costos sociales destacan la mano de obra, los intereses y el seguro agrícola (30% de los costos totales). El caso de las maquilas resalta, dado que los costos fijos, constituidos exclusivamente por depreciación de maquinaria, representan el 3% de los costos totales.

Del análisis técnico y económico se dedujo que el trigo, a pesar de ser el más rentable y la base del SC, es el que mayores posibilidades de reducción de costos e incremento de rendimientos tiene, mientras que la soya depende sólo de un incremento en los rendimientos para ser más rentable.

Las organizaciones de productores

Los socios de la UCESS pertenecen a varias organizaciones económicas que los proveen de insumos, los apoyan en la comercialización de sus cosechas, aseguran sus actividades agropecuarias, les otorgan crédito agropecuario, administran el agua de riego y apoyan y encauzan la investigación agrícola. Si bien los primeros cuatro organismos nacieron con el objetivo de reducir los costos de producción y mejorar el servicio a sus agremiados, la realidad es muy diferente, pues presentan graves deficiencias en el servicio que prestan y sus precios no son inferiores a los del mercado. Los otros dos organismos están dominados por los grandes productores, cuyos objetivos son, la mayoría de las veces, contrarios a los de los minifundistas.

Dos organismos son de vital importancia en los SP : el encargado del manejo del agua y la UCESS. El primero, no sólo se encarga de suministrar y cobrar el agua, y mantener la infraestructura hidroagrícola, sino también determina el número de hectáreas a sembrarse con cada cultivo, restringiendo principalmente la superficie de hortalizas. Históricamente, quien administra el agua en los valles domina su agricultura (Aguilar Camín, 1977). En las condiciones de baja pluviosidad y alta insolación que caracterizan a la región, sin riego la agricultura es inimaginable ; por ello, quienes han administrado el agua (particulares, gobierno, productores) han decidido sobre cultivos, superficie a sembrar y fechas de siembra. Es decir, restringen severamente la capacidad de decisión de los agricultores, beneficiando a sus grupos de poder.

En cuanto al segundo (la UCESS), como ya se vio, el nivel de capitalización de los agricultores es muy bajo, incluso se puede hablar de una descapitalización que se refleja en la obsolescencia de la maquinaria (10 años de antigüedad como promedio) y alta apelación a las maquilas. Por lo tanto los productores dependen del crédito para poder sembrar y el monto del mismo determina las técnicas productivas. No sólo eso, el cultivo también está determinado por el crédito, ya que el mismo viene etiquetado a un cultivo.

La UCESS tiene muy poco margen de maniobra, -pues las condiciones crediticias no las establece ella-, sin embargo, le permite mayores libertades en el uso del crédito a sus socios que el banco a sus clientes. Estas libertades se han concretado en un mayor crédito en base a endeudamientos internos (capital social) y al uso de parte del crédito agrícola (10%) para el consumo de las UF.

Problemática

Desde el punto de vista de los SC, los suelos son el principal problema, pues las malas condiciones de los mismos incrementan las necesidades de agua – se utilizan actualmente 19 000 m^3/ha anuales (1 900 mm de lámina) –, de fertilizantes y mejoradores del suelo, el número de labores de preparación de los suelos y reducen los rendimientos. El mejoramiento de los suelos representaría reducciones del 35% de los costos y posibles mejoras del 20% en los rendimientos. El mejoramiento de los suelos y manejo del agua representaría reducciones del 28% de los costos y posibles mejoras del 20% en los rendimientos. Esto significa un incremento de los ingresos netos del 115%.

Los costos de fertilizantes, semillas, maquilas y agua, representan el 55% de los costos totales de producción (ambos cultivos). Considerando los reportes técnicos del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) (CIRNO, 1992) y los resultados de otros investigadores (Aguilar Ramón, CENGUA, 1993, com. pers.), es posible reducir los costos de fertilización en un 30% (5% del total), los de semillas en un 20% (4% del total), los de maquilas del 50% (8% del total) y los de agua en un 40% (5% del total), lo cual sgnifica una reducción del 22% en el total de los costos. A ello se deberá agregar una reducción similar en los intereses y el seguro agrícola, que en conjunto representa el 4% de los costos totales, y una reducción en mano de obra y herbicidas que representa el 2% de los costos totales.

En lo tocante a los rendimientos, el INIFAP (CIRNO, 1992) estima que los rendimientos comerciales de trigo pueden ser de 7,5 t/ha (43% superiores a la media) y los de soya de 3 t/ha, contra un promedio de 2,3 (30% de incremento). Dado que es necesario ir mejorando los suelos paulatinamente, un incremento global del 20% parece ser bastante razonable.

Estas mejoras no son posibles dentro del SP predominante, si no se cuenta con créditos a mediano plazo adaptados a cada UPA. Los créditos actuales, por cultivo, con un solo paquete tecnológico para 310 000 ha y a plazos de 6 meses, no sólo impiden la realización de mejoras tecnológicas, sino además incrementan los riesgos de las carteras vencidas. En efecto, una UPA que por diversas razones no pueda cubrir el pago de su crédito al final del ciclo, aun cuando logre reestructurar su cartera, al final del siguiente ciclo deberá cubrir el crédito y los intereses de ambos ciclos, lo cual resulta difícil con los actuales márgenes de ganancia.

Sin embargo, a pesar de que los directivos y técnicos de la UCESS conocen la problemática, no cuentan con una propuesta sustentada para solicitar a sus fuentes financieras un cambio en las políticas crediticias. Esto se debe en gran medida a que el conocimiento es personal y por lo tanto la información no ha sido sistematizada.

Propuestas y conclusiones

A partir del estudio de los SP, se realizaron recomendaciones tanto para las UPA como para las organizaciones de productores y organismos gubernamentales. Las recomendaciones abarcan aspectos técnicos, organizativos, financieros y operativos que requieren voluntad concertadora por parte de todos los involucrados. Esto implica que los cambios serán a mediano y largo plazo.

Por lo mismo se elaboró una propuesta de acción a corto plazo que se centra en los aspectos técnicos de las UPA y básicamente en el mejoramiento de los suelos. La propuesta consiste en seleccionar 3 UPA que no presenten problemas financieros y establecer un proyecto productivo para cada una. Esto implica realizar análisis de suelos y agua, adaptar técnicas de conservación y mejoramiento de suelos, proponer las rotaciones de cultivos más adecuadas y establecer un plan de financiamiento a mediano plazo (7 años) para todo el proyecto.

Las rotaciones a implementar deberán tener en cuenta los siguientes factores : intensificación del uso de mano de obra, mayor rentabilidad por hectárea, complementariedad en los nutrientes requeridos, maquinaria y control de plagas, condiciones del mercado, volúmenes, estabilidad de precios, etc. No todos los socios podrán manejar las mismas rotaciones y cultivos. Las condiciones de suelos, la disponibilidad de mano de obra (familiar y contratada), el nivel de capitalización y de organización, la disponibilidad de agua y el mercado, serán las principales variables que determinarán los cultivos y rotaciones de cada caso.

La experiencia muestra que ninguno de los organismos gubernamentales es capaz de diseñar e implementar dichos proyectos, ya que terminan o por falsearlos o administrarlos. En cualquiera de los casos, los productores pierden el interés y no se los apropian (Warman A. 1977, Restrepo I. y Eckstein S. 1975, Gordillo G. 1988). Son las UC, en este caso la UCESS, quienes se encuentran en la mejor posición para implementar estos proyectos, ya que a partir de su función de intermediarias mantienen una relación más equitativa con todos los actores, estando dispuestas a encontrar nuevos caminos – y correr nuevos riesgos – en el desarrollo agropecuario.

Además, las UC tienen en cuenta tanto el mejoramiento de las condiciones de vida de sus socios como la recuperación de las inversiones, lo cual no se da en ninguna otra organización de productores u organismo gubernamental. Esta propuesta les dará elementos para las negociaciones con las fuentes financieras.

En conclusión, los productores, dirigentes de las UC y de otras organizaciones de productores, así como algunos agentes gubernamentales, cuentan con suficiente información sobre la problemática regional. El estudio realizado no descubrió nada nuevo, pero logró conjuntar todo ese conocimiento, sistematizarlo y vertirlo en recomendaciones y propuestas.

Estos resultados fueron posibles por la aplicación de un enfoque de Sistemas de Producción, lo cual implica el análisis de los factores que influyen a diferentes niveles en las decisiones tomadas por los productores. Muchas de las propuestas son la realización de estudios técnicos, lo cual no significa que el enfoque haya fallado : el análisis de los SP tiene como finalidad detectar aquellos puntos que bloquean el desarrollo, pero no da soluciones técnicas inmediatas.

Algunas carencias del estudio son : el análisis económico del maíz, ya que los productores no contaban con información sistematizada de sus costos. Tampoco se realizó un análisis de los SP hortícolas y ganaderos, ni de aquellos implementados en las zonas carentes de riego. Se necesita además un estudio sobre la oferta y demanda de mano de obra, así como sobre el monto y estacionalidad de los ingresos extraagrícolas de las UF.

A pesar de todo ello, el método mostró ser eficiente, pues se cumplieron los objetivos y cubrieron las espectativas generadas, tanto entre los socios de la UC como entre sus dirigentes y personal.

Referencias bibliográficas

Aguilar Camín H., 1977. La frontera nómada : Sonora y la revolución mexicana. Siglo XXI ed., 450 p.

AMUCSS,1993. Hacia un nuevo sistema de financiamiento rural. Sin publicar, 15 p.

CIRNO, 1992. Guía para la asistencia técnica agrícola, área de influencia de los campos experimentales del sur de Sonora. SARH-INIFAP-CIRNO ed., 400 p.

FIRA, 1992. Informe anual 1991. Fira-BM, 66 p.

García E., 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köeppen. Enriqueta García de Miranda ed., 252 p.

Gordillo G., 1988. Campesinos al asalto del cielo. Siglo XXI ed., 282 p.

IRAM, 1994. Estudio de las Uniones de Crédito en México. Sin publicar, 23 p.

Restrepo I. y Eckstein S., 1975. La agricultura colectiva en México. Siglo XXI ed., 320 p.

Warman A., 1977. Los campesinos, hijos predilectos del régimen. Editorial Nuestro Tiempo, 150 p.

Articulation des systèmes "exploitation-famille" et "social local" pour comprendre les pratiques d'équipement en commun

Jannot Philippe ; Cairol Dominique
CEMAGREF, groupement d'Antony, division Productions et économie agricoles, parc de Tourvoie, BP 121, 92185 Antony cedex, France

Résumé

L'équipement en commun, qui est une solution intéressante dans un contexte économique difficile, est le résultat d'une action collective de plusieurs agriculteurs ; leur décision individuelle est non seulement prise dans le cadre de leur système "exploitation-famille" mais aussi par rapport à leurs intérêts dans le système "social local". L'achat en commun d'un tracteur a constitué le support de la recherche. Elle a été mise en œuvre dans des régions aux contextes économique et social différents (types de production et pratiques de l'entraide). Cette recherche a souligné que les choix techniques de l'agriculteur, à savoir l'achat et l'utilisation en commun d'un tracteur, sont liés non seulement au fonctionnement technique et économique de l'exploitation mais aussi aux relations sociales entre agriculteurs. L'analyse stratégique des acteurs dans les systèmes exploitation-famille et social local permet de repérer les acteurs capables de mettre en œuvre cette solution et d'identifier les situations temporelles individuelles favorables à l'achat en commun. Ces travaux permettent de proposer aux prescripteurs d'agro-équipements et aux conseillers des objectifs pour l'action et aux chercheurs des pistes pour modéliser plusieurs systèmes rendant mieux compte de la réalité et de sa complexité.

Abstract

Interaction between Family Farms and Local Social Systems in relation to Collective Ownership and Use of Farm Equipment

Sharing of farm equipment is a practical solution in difficult economic conditions. It is prompted by collective action in which individual decisions are taken not only in the family farm context but also in relation to the interests of the local social system. The study was based on the collective purchase of a tractor. It was conducted in regions with different socioeconomic contexts (farm enterprises, mutual help practices). The technical options of the farmers—in this case, the collective purchase and use of a tractor—were linked not only to the technical and economic aspects of individual farms, but also the social relations between farmers. An analysis of the strategies of actors in family farm and local social systems enables the identification of those who can implement such a solution. It also reveals the individual situations that are favorable to such collective investments. The study provides valuable information for farm equipment advisors and consultants. Scientists could also use these findings for the development of systems that are relevant to the complex reality of the farming world.

Introduction

La réforme de la Politique agricole commune (PAC) et les accords du *General Agreement on Tariffs and Trade* (GATT) obligent les agriculteurs à réduire leurs charges de structure et en particulier de mécanisation. L'utilisation d'équipement en commun se développe sous des formes diverses, depuis le simple échange de matériel ou le recours à un tiers pour réaliser un travail jusqu'à l'achat et l'utilisation d'un matériel à plusieurs. Une solution innovante d'équipement en commun est apparue autour de l'achat et de l'utilisation d'un ou plusieurs tracteurs par un groupe restreint d'agriculteurs (trois à dix). Nos travaux réalisés en collaboration avec la Fédération nationale des coopératives d'utilisation de matériel agricole ont pour support de tels groupes constitués en branche d'activité d'une coopérative d'utilisation du matériel en commun (CUMA) (dénommés ci-après groupe tracteur). Ces travaux doivent contribuer à améliorer l'efficacité des solutions d'équipement en commun proposées aux agriculteurs par une prise en compte de leurs relations sociales. On constate en effet sur le terrain que les indicateurs économiques et d'organisation du travail sont insuffisants pour favoriser l'émergence de ces nouvelles solutions.

Question de recherche et problématique

Promouvoir l'émergence de solutions d'équipement en commun nécessite de mieux identifier les raisons qui conduisent les agriculteurs à choisir cette solution. Notre recherche vise à comprendre les déterminants qui conduisent les agriculteurs à créer un groupe tracteur, c'est-à-dire à acheter et à utiliser un tracteur en commun. Cette question se décline selon deux dimensions ; d'une part une dimension individuelle visant à comprendre quelles sont pour l'agriculteur, acteur du système famille exploitation, les modalités du choix de l'équipement, d'autre part une dimension collective visant à comprendre quels sont les mécanismes conduisant un groupe d'agriculteurs à se regrouper pour adopter une solution d'équipement en commun. Ce dernier point est important car il contribue à mieux prendre en compte l'environnement social de l'exploitation agricole.

Cette question doit être mise en perspective avec des travaux de recherche sur l'équipement individuel pour des raisons de finalités de recherche et de méthodologie. L'équipement en commun, à l'échelle de l'exploitation, est une réponse à une question technique comme l'est l'équipement individuel ; les acquis de recherche sont donc complémentaires. De plus, il faut apprécier dans quelle mesure les méthodologies mises au point pour le choix d'équipement individuel contribuent à éclairer notre problématique de recherche autour de l'équipement en commun.

Les travaux sur les modalités du choix de l'équipement individuel (Allain et Sebillotte, 1991) se sont attachés à considérer l'exploitation agricole comme un système finalisé par les objectifs de l'agriculteur et de sa famille et confronté à un ensemble de contraintes (Sebillotte, 1979). Le choix de l'agriculteur s'exprime sur une toile de fond assez permanente reflétant ses stratégies ; par ailleurs, l'agriculteur décide d'agir au moment qui lui paraît le mieux approprié.

La compréhension de la dimension de l'action collective renvoie aux recherches sur les organisations où l'acteur fait partie intégrante de l'environnement : l'acteur est à l'intérieur d'un système dans lequel il se détermine, mais aussi que, par ses actions, il détermine : c'est ce que nous appellerons le système social local. Pour Crozier et Friedberg (1977), *"le système est un construit social dont l'existence pose problème et dont il reste à expliquer les conditions d'émergence et de maintien"*. L'adoption d'une technique nouvelle est le produit d'interactions sociales entre les agriculteurs, corrélé d'une part aux caractéristiques morphologiques des réseaux de dialogue et de travail (Darré, 1986), d'autre part aux stratégies des acteurs (Sfez, 1981).

Hypothèses

Pour comprendre les déterminants qui conduisent les agriculteurs à participer à un groupe tracteur en CUMA, nous formulons dans un premier temps deux groupes d'hypothèses (Cairol *et al.*, 1994) : le premier d'ordre agro-économique, centré sur le système exploitation-famille et utilisant le concept de fonctionnement, le second d'ordre sociologique, autour du système social local et utilisant le concept de groupe professionnel local.

Par fonctionnement du système exploitation-famille, on entend l'enchaînement de prises de décision de l'agriculteur et de sa famille dans un ensemble de contraintes et d'atouts, en vue d'atteindre des objectifs qui régissent des processus de production et que l'on peut caractériser par des flux divers (de monnaie, de matières, d'information, de travail) au sein de l'exploitation et avec l'extérieur (Sebillotte, 1979). Ce concept amène à différencier plusieurs niveaux d'objectifs de l'agriculteur (Capillon, 1993) : un niveau global traduisant les objectifs généraux de l'agriculteur en termes de revenu, de travail et d'avenir de l'exploitation et un niveau stratégique déterminant les principales orientations à moyen terme, incluant le choix des productions et leur niveau d'intensification, les principaux moyens de production et leurs modes de financement. Ces deux niveaux permettent de repérer les stratégies agro-économiques de l'agriculteur.

Ainsi l'équipement de traction (et des outils associés) proposé dans la solution groupe tracteur doit être compatible avec les stratégies agro-économiques de l'agriculteur (choix des productions, des modes de conduite, de la politique d'investissement) et répondre à ses besoins (exigences agronomiques et économiques, contraintes structurelles et organisationnelles). Mais il doit aussi exister des facteurs de déclenchement (Allain et Sebillotte, 1991) traduisant un besoin de traction qui ne peut être résolu individuellement pour des raisons financières ou humaines.

En résumé, les deux hypothèses construites à partir du système famille-exploitation sont les suivantes. Un agriculteur choisit la solution groupe tracteur, c'est-à-dire un matériel et une organisation du travail, si cette solution constitue une réponse satisfaisant à sa stratégie agro-économique. Mais son choix est soumis à un facteur de déclenchement, à savoir un besoin de traction et éventuellement de main-d'œuvre qui ne peut pas être résolu individuellement compte tenu des ressources financières ou humaines de l'exploitation.

Ces deux premières hypothèses n'intègrent pas le constat que l'agriculteur fait partie du système social local dont l'analyse doit permettre de comprendre les faces formelles et informelles de toute relation sociale et les stratégies des acteurs dans ce système. Pour préciser les hypothèses, nous ferons appel au concept de groupe professionnel local (Darré, 1986). Ce concept, défini comme *"l'ensemble des agriculteurs qui travaillent dans des conditions semblables et qui ont des occasions nombreuses et répétées sur des périodes longues de se rencontrer, de se parler, de coopérer à des actions diverses"*, permet de déterminer la place de l'acteur dans le système. Dans le groupe professionnel local, Darré identifie deux sous-réseaux :

- les réseaux de dialogue formés par des agriculteurs échangeant des informations entre eux ;
- les réseaux d'entraide formés par des agriculteurs travaillant ensemble pour des tâches bien déterminées.

En définitive, nos hypothèses relatives au système social local doivent confirmer ou infirmer que les agriculteurs du groupe tracteur ont une pratique commune réussie de l'entraide et partagent les mêmes valeurs sur le métier d'agri-

culteur, le matériel et le travail du sol. Ils doivent aussi avoir une stratégie sociale visant à intégrer une équipe de gagneurs, à rechercher une certaine qualité et à obtenir une reconnaissance sociale (Simon, cité par Desjeux, 1984). Par ailleurs, dans le système social local, il doit exister un agriculteur ayant une stratégie particulière, capable de fédérer un groupe d'agriculteurs autour d'un projet pour lequel il apporte de l'information. Cet agriculteur sera appelé personne mobilisatrice (Jamous cité par Sfez, 1981).

Enfin l'articulation des deux systèmes, système exploitation-famille et système social local, permet de mieux expliquer l'émergence d'un groupe tracteur. En effet, comme l'écrit Crozier (Crozier et Friedberg, 1977), *"l'agriculteur est rationnel par rapport d'une part à des opportunités et au travers du contexte qui les définit et d'autre part au comportement des autres acteurs, au parti que ceux-ci prennent et au jeu qui s'établit entre eux"*. Ainsi, nous faisons l'hypothèse que l'articulation des deux systèmes est assurée par l'agriculteur à travers ses stratégies agro-économiques et sociales et qu'elle sera possible en opérant de façon dialectique de l'exploitation au local et du local à l'exploitation.

Méthodologie

Lieux de la recherche

La recherche s'est déroulée sur deux sites géographiques en régions Rhône-Alpes et Bourgogne, en zone de grande culture. Le groupe tracteur de La Maintenont[1], constitué en 1988, est situé au nord du département de la Loire, dans une région moyennement vallonnée, bocagère, à habitat dispersé et traditionnellement productrice de charolais en broutard. Il a été constitué par cinq agriculteurs : trois producteurs de viande intensive, un producteur de lait et un céréalier. Le groupe tracteur de Mortennes, constitué en 1991, est situé au sud du département de l'Yonne à cheval entre une zone de grande culture (les plateaux de Bourgogne) aux sols argilocalcaires superficiels et une zone d'élevage (la Puisaye) aux sols argilolimoneux humides. Il rassemble trois agriculteurs, deux céréaliers et un éleveur laitier.

Les enquêtes

Les enquêtes réalisées sur les deux sites ont pour objet de reconstituer historiquement le processus de constitution du groupe tracteur. Deux enquêtes ont été faites : une enquête visant à décrire le processus de décision individuelle des agriculteurs ayant constitué le groupe tracteur et une enquête visant à décrire le groupe professionnel local pour repérer les réseaux d'entraide et de dialogue.

La première enquête s'appuie sur l'interview des agriculteurs appartenant au groupe tracteur. L'enquête permet de repérer les choix stratégiques de l'exploitant concernant les productions, leur conduite et les modalités de mise en œuvre en termes de matériel et de main-d'œuvre. Elle analyse aussi les réseaux de travail à partir des pratiques passées et actuelles d'entraide ; elle explore enfin les représentations des agriculteurs face à leur métier, aux techniques agricoles, au matériel et au mouvement CUMA.

La seconde enquête s'appuie sur l'analyse de documents statistiques et cartographiques d'une part, de l'interview de quelques acteurs locaux d'autre part : responsables communaux (maire et conseillers municipaux), conseillers agricoles, responsable de la Fédération départementale des CUMA et quelques agriculteurs représentant une diversité d'opinions et de pratiques en matière d'utilisation en commun de matériel. Dans la Loire, en 1992, l'analyse des réseaux a été faite en partant de l'historique très riche des CUMA et de l'entraide, ce qui nous a permis de choisir les agriculteurs à enquêter (deux dans le groupe tracteur et dix hors groupe). Dans l'Yonne, en 1993, la visibilité des réseaux étant plus faible, nous avons choisi d'enquêter les trois membres du groupe tracteur et quelques agriculteurs cités par les précédents.

Résultats

Les créateurs du groupe tracteur

Le groupe tracteur de Mortennes (Yonne)

Le groupe tracteur de Mortennes rassemble trois agriculteurs autour d'un tracteur de 155 cv avec 4 roues motrices et une charrue semi portée avec 6 corps.

Stratégie agro-économique et besoin de traction des créateurs du groupe tracteur. Les trois agriculteurs âgés de 40 à 47 ans ont une exigence de revenu qui les conduit à augmenter leur chiffre d'affaires soit par un accroissement de la surface de l'exploitation (JM et BJ), soit par introduction d'un élevage hors sol (JM) ou accroissement du quota lait (FP) ; les performances des cultures comme des animaux étant élevées.

Les systèmes de culture de JM et BJ sont assez voisins. Ils sont dominés par les cultures d'automne, blé, colza et escourgeon ; les cultures de printemps, pois et tournesol, représentent moins de 20 % de la surface. Les cultures d'automne sont implantées en semis combiné avec une herse rotative après un labour réalisé quelques semaines auparavant. Par contre, FP cultive du blé, du maïs ensilage et des prairies temporaires (4 ans) en succession. Ses implantations de blé comme de maïs (du labour au semis) doivent être réalisées dans la journée car les sols sont battants et humides. Ces trois agriculteurs ont donc des périodes complémentaires pour l'implantation de leurs cultures.

Les investissements de FP ont été orientés vers la production laitière (stabulation, salle de traite, désileuse et cheptel) ; son parc matériel, acheté en général d'occasion, est ancien et de faible performance (2 tracteurs 80 cv 4 rm et 50 cv 2 rm de 1981, charrue 3 socs...). Par contre, JM a un parc matériel complet en propriété y compris la moissonneuse-batteuse ; il achète du matériel neuf et de façon échelonnée (pratiquement tous les ans un matériel est renouvelé) mais son parc matériel est aujourd'hui vieillissant (tracteur de 1986, charrue brabant 4 socs de 1984...). Enfin si BJ a un parc matériel complet en propriété constitué lors de son installation en

[1]. Les noms des lieux et des personnes (identifiées par deux initiales) ont été inventés pour respecter l'anonymat.

1986 par achat d'occasion, son parc est mal adapté à un accroissement de surface et le matériel de traction notamment nécessite un renouvellement.

En 1991, les trois agriculteurs ont besoin de renouveler leur tracteur de forte puissance et d'augmenter le débit des chantiers de labour. Le besoin de JM et BJ est déclenché par la reprise de terres ; celui de FP est latent (il n'y a pas eu de rupture explicite). Par ailleurs, le recours à la solution individuelle semble exclu compte tenu des faibles capacités financières des trois exploitations qui ont récemment investi (hors-sol et terres pour JM, installation de BJ, bâtiments d'élevage et drainage pour FP).

Dans les réseaux respectifs de FP et JM, nous nous sommes demandés pourquoi des agriculteurs fréquemment cités n'ont pas adhéré. Un des deux agriculteurs enquêtés n'avait pas besoin de renouveler son tracteur de forte puissance tandis que le second avait besoin de le renouveler pour une utilisation essentiellement dans le cadre de l'ensilage, ce qui n'était pas compatible avec l'utilisation envisagée du tracteur par JM, à savoir les implantations d'automne (il y aurait eu une concurrence inacceptable). Ce dernier cas montre que le besoin de traction doit être compatible avec l'objet du groupe.

Les créateurs du groupe tracteur et le système social local. Des échanges de travail existent d'une part entre JM et FP (JM fournit de l'aide pour les implantations de blé et de maïs chez FP qui en contrepartie participe à la récolte de la paille chez JM), d'autre part entre JM et BJ (chantier en commun pour les épandages d'engrais de fond, coup de main pour la moisson). Si les relations d'entraide entre JM et BJ sont relativement tenues, les relations de dialogue sont très fortes et peuvent se résumer ainsi : BJ dit : *"JM m'apporte ses connaissances agronomiques, moi je lui amène mon expérience commerciale et mes connaissances en mécanique"*. Ce dernier (BJ), installé assez récemment, n'assume aucune responsabilité professionnelle ou dans la vie locale. L'adhésion au groupe, outre la réponse à un besoin technique difficilement soluble individuellement, lui permet d'avoir une reconnaissance sociale en tant qu'agriculteur (il s'est installé agriculteur après avoir été technico-commercial dans le para-agricole).

Articulation des systèmes famille-exploitation et social local. Les trois créateurs du groupe tracteur de Mortennes ont un besoin de traction commun identifiable par l'analyse du système exploitation-famille. Le recours à la solution en commun est certes une conséquence d'une stratégie agro-économique visant à limiter les investissements individuels en matériel tout en réalisant les implantations des cultures aux dates optimales, mais elle est permise par une expérience réussie d'entraide et par le partage de valeurs techniques communes. Ce dernier point est mis en évidence par l'analyse du système social local. Ainsi, l'articulation des deux systèmes est nécessaire pour comprendre les raisons des créateurs du groupe tracteur.

Le groupe tracteur de La Maintenont (Loire)

Le groupe tracteur de La Maintenont rassemble cinq agriculteurs autour de deux tracteurs et du matériel de travail du sol. L'orientation vers la solution groupe tracteur résulte d'un long processus de maturation et d'apprentissage qui s'est développé en partie grâce à l'interaction exploitation-réseau. Les exploitants ont mis en œuvre des stratégies visant à limiter les investissements en matériel : stratégie identifiée à travers l'évolution historique des choix en matériel, peu ou pas d'achat en propriété de matériel, mais recours à l'entreprise et à la CUMA. Ils cherchent aussi à posséder un matériel performant (rapidité des travaux, diminution des risques...) pour répondre à leurs objectifs de revenu et d'organisation du travail. Ils ont développé une activité d'élevage basée sur les ensilages engendrant de fortes charges en travail au printemps et à l'automne.

La personne mobilisatrice

Les résultats obtenus dans la Loire étant particulièrement illustratifs par rapport à notre hypothèse relative à la stratégie sociale de la personne mobilisatrice, ceux-ci seront présentés en premier ; ceux de l'Yonne étant moins explicites seront moins développés.

Le groupe de La Maintenont (Loire)

La personne mobilisatrice, qui fait partie des créateurs du groupe tracteur, est produite par le groupe professionnel local : l'analyse historique des réseaux de dialogue et d'entraide permet de situer les agriculteurs selon leur position dans le groupe professionnel local et de repérer la personne mobilisatrice. La structure des réseaux existants sur le canton de La Maintenont s'organise autour de l'ensilage ; avant l'apparition de l'ensilage, il n'y avait pas ou peu de relations d'entraide entre les exploitants. L'ensilage est apparu en 1975 sous l'impulsion de deux agriculteurs migrants, ED et CL, et du technicien de la Chambre d'agriculture. L'ensilage est alors réalisé par un entrepreneur (sauf CL qui a sa propre machine). Trois ruptures se sont successivement produites et ont permis l'émergence de ED comme personne mobilisatrice du groupe tracteur. En 1979 (première rupture), comme l'entrepreneur ne donne pas satisfaction à tous les agriculteurs, se créent la CUMA de La Maintenont et trois équipes d'ensilage selon la proximité géographique, La Maintenont, Valoir et Comain. Le bureau de la CUMA est dominé par l'équipe de Comain, à l'exception de ED de l'équipe de Valoir. En 1983 (deuxième rupture), la CUMA remplace l'ensileuse traînée par une ensileuse automotrice. Le bureau de la CUMA change : les hommes de Comain disparaissent et sont remplacés par les futurs fondateurs du groupe tracteur de La Maintenont (ED et CL). En 1985, apparaît un problème de traction dans deux exploitations dont celle de ED. Ce dernier, faisant partie du bureau de la FDCUMA, est informé des possibilités offertes par le groupe tracteur. Il crée alors un groupe de réflexion de sept agriculteurs rassemblant les membres de deux réseaux qui se recoupent (l'équipe d'ensilage de Valoir et le bureau de la CUMA de La Maintenont). En 1987 (troisième rupture), le projet présenté par ce groupe de réflexion est refusé par le bureau de la CUMA de La Maintenont. Le groupe de réflexion crée alors le groupe tracteur de La Maintenont présidé par ED et regroupant cinq agriculteurs organisés autour de deux tracteurs et du matériel de travail du sol.

Le groupe tracteur de Mortennes (Yonne)

Dans l'Yonne, les réseaux ont été reconstitués à partir des trois membres du groupe. FP appartient à un réseau d'éleveurs laitiers ; il est fortement impliqué dans les structures CUMA et il est président d'une CUMA dans laquelle un projet de constitution de groupe tracteur a été discuté. Ses relations familiales et d'entraide avec JM ont été l'occasion d'apports d'informations sur les groupes tracteur. JM appartient à un réseau de céréaliers peu informé sur les différentes modalités de constitution des CUMA. JM a utilisé son réseau pour associer BJ mais a obtenu l'information de la part de FP. Ainsi la personne mobilisatrice du groupe de Mortennes est JM car il fédère autour de son projet, grâce à son réseau de dialogue et d'entraide, les deux autres agriculteurs dont l'un apporte l'information.

Discussion et conclusion

Cette recherche s'est attachée à comprendre les raisons qui conduisent des agriculteurs à acheter et à utiliser un tracteur en commun. Les résultats présentés ont été obtenus à partir de deux groupes tracteur constitués : leur choix a privilégié la diversité sous l'angle des systèmes de production (grandes cultures et élevage laitier dans l'Yonne, élevages allaitant et laitier dans la Loire) comme des pratiques d'entraide (CUMA bien implantées dans la Loire et peu présentes dans l'Yonne). Ces deux études de cas ont montré qu'une approche exclusive soit par les stratégies agro-économique, soit par les réseaux est inadéquate. De plus, une approche linéaire partant des stratégies agro-économiques puis intégrant les effets réseau ou inversement est insuffisante. Par contre, le cheminement dialectique de l'exploitation au local (groupe tracteur de Mortennes) et du local à l'exploitation (groupe tracteur de La Maintenont) a permis de mieux répondre à notre question en articulant les deux systèmes exploitation-famille et social local dans lesquels les stratégies des agriculteurs jouent un rôle central. Ces travaux ont permis de préciser la notion de système social local comme étant l'ensemble des agriculteurs ayant des stratégies sociales et des relations d'entraide et de dialogue pour les travaux agricoles.

Les résultats montrent aussi que les créateurs du groupe tracteur ont un effet de situation défini comme un besoin individuel de traction non soluble individuellement qui s'explique par l'analyse non seulement du système exploitation-famille mais aussi du système social local. Le besoin en traction peut être la conséquence d'une rupture stratégique ou exceptionnelle ; une rupture stratégique (comme un agrandissement, une réduction de main-d'œuvre ou l'introduction d'une nouvelle production) s'inscrit dans la dynamique de développement de l'exploitation tandis qu'une rupture exceptionnelle (une panne par exemple) crée une difficulté de réalisation des travaux, non acceptable par l'agriculteur compte tenu de ses objectifs. Ce besoin de traction est parfois le fruit d'une anticipation de l'évolution de l'exploitation souvent liée au cycle de vie de la famille qui s'exprime à l'occasion d'une opportunité, à savoir un projet de groupe tracteur dans son voisinage. Le choix de la solution en commun est lié à l'existence de contraintes financières fortes et parfois à la recherche d'une meilleure intégration dans le milieu social local : on parle alors d'une stratégie sociale qui est identifiée par l'analyse des réseaux.

Cette dernière contribue à repérer une personne mobilisatrice dont l'existence constitue une autre hypothèse. En effet, la création d'un groupe tracteur suppose l'existence d'une personne mobilisatrice produite par le système local social mais aussi définie par le système famille-exploitation. La personne mobilisatrice doit avoir un effet de situation, connaître la solution groupe tracteur soit par son engagement personnel dans le mouvement CUMA, soit par l'intermédiaire d'un membre de son réseau, et être capable de fédérer un groupe d'agriculteurs ; elle doit être reconnue apte à animer et gérer l'utilisation en commun du tracteur et des outils associés. La personne mobilisatrice fédère des agriculteurs appartenant à ses réseaux de dialogue et de travail (ainsi on vérifie que les créateurs d'un groupe tracteur ont une expérience d'entraide et partagent des valeurs techniques communes) et ayant des besoins de traction compatibles avec ceux de la personne mobilisatrice. Il en résulte que le besoin de traction se définit non seulement par le système exploitation-famille mais dépend aussi du système social local qui fait émerger la personne mobilisatrice porteuse d'un projet de groupe tracteur défini à partir de son besoin de traction.

Les résultats ont été obtenus sur deux groupes tracteur déjà constitués par déconstruction de la réalité en considérant les deux systèmes exploitation-famille et social local, mais on peut s'interroger sur l'effet interactif d'autres systèmes comme les systèmes d'information et de conseil. Par exemple, quel est le rôle du système de conseil dans la création des groupes tracteur sachant que les FDCUMA diffusent une information sur cette solution d'équipement en commun ?

Les résultats présentés s'attachent à mieux comprendre l'émergence de la création d'un groupe tracteur mais n'examinent pas l'ensemble du processus, en particulier la façon dont le projet technique va se négocier entre les agriculteurs. Ils n'abordent pas non plus les modalités de fonctionnement du groupe et ses évolutions. Par contre, ils contribuent à formaliser de façon explicite le processus d'émergence d'un groupe tracteur, ce qui permet de proposer aux prescripteurs d'agroéquipements des objectifs pour l'action et d'ouvrir des pistes aux chercheurs pour modéliser plusieurs systèmes rendant mieux compte de la réalité et de sa complexité.

Remerciements

Nous tenons à remercier tout particulièrement P.F. Vaquié, responsable du service Machinisme de la FNCUMA, qui exprime les attentes des prescripteurs du réseau fédératif. Nos remerciements vont aussi aux agriculteurs qui ont accepté de répondre à nos questions.

Références bibliographiques

Allain S., Sebillotte M., 1991. Equipements et fonctionnement des exploitations agricoles : contribution pour une meilleure aide à la décision. Economie rurale, 206 : 81-87.

Cairol D., Jannot P., Vaquié P.F., 1994. Processus de création d'un groupe tracteur en CUMA. Approches réseau et stratégique. Bulletin technique d'information (à paraître).

Capillon A., 1993. *Typologie des exploitations agricoles, contribution à l'étude régionale des problèmes techniques.* Thèse, Institut national agronomique Paris-Grignon, France, tome 1, 56 p.

Crozier M., Friedberg E., 1977. *L'acteur et le système.* Paris, France, Le Seuil, 444 p.

Darré J.P., 1986. Le rôle des groupes de voisinage dans l'élaboration et la reproduction des normes de travail. Bulletin technique d'information, 442 : 353-358.

Darré J.P. (sous la direction de), 1986. L'élaboration des modèles de vie et de travail en agriculture : les recherches du GERDAL. Agriscope, 7, 235 p.

Desjeux D., 1984. Qu'est qu'une décision rationnelle ? Agriscope, 4 : 67-76.

Sebillotte M., 1979. Analyse du fonctionnement des exploitations agricoles. *In :* Note introductive pour la réunion constitutive du SAD, 20 novembre 1979.

Sfez L., 1981. *Critique de la décision.* Paris, France, Presses de la Fondation nationale des sciences politiques, 391 p.

La place des agriculteurs dans la recherche et leur intégration aux prises de décision

Chalub Martins Leila[1] ; Zatz Inês Gonzaga[2]

[1]Université de Brasilia, AOS - 2, Bloco A, Ap. 305, 70 660 - 021 Brasília, DF Brésil

[2]SHIS, QI 15, Ch. 18, 71 600 - 730 Brasília, DF Brésil

Résumé

Le projet d'irrigation de Jaíba (Etat de Minas Gerais, Brésil) affrontait de sérieux problèmes socio-économiques, lesquels, conjugués, compromettaient les intérêts des agriculteurs et neutralisaient les effets de leurs services d'assistance technique. En vue de régler ces problèmes, en 1993, on a mis sur pied un travail de formation-développement des agriculteurs et des prestataires de services, dans le but de perfectionner l'organisation des usagers de l'eau d'un périmètre irrigué et d'accélérer le processus d'autogestion. Cette formation-développement a signifié la recherche d'une conscience collective des facteurs qui engendrent les problèmes cités ; il a été possible de structurer l'action, non des individus isolés, mais des groupes opérationnels.

Mots clés

Paysan, irrigation, autogestion, formation, développement, participation, organisation rurale, anthropologie, diagnostic participatif, agriculture durable, Brésil.

Abstract

Role of Farmers in Research and Their Integration in Decision Making

The Jaíba irrigation project in the state of Minas Gerais, Brazil, faced serious socioeconomic problems that jeopardized the interests of farmers and the work of technical assistance services. A training program was launched in 1993 to overcome these problems. It was intended for farmers and service agents and its objective was to better organize water users and accelerate the process of self-administration. This training was based on a collective awareness of the factors that create such problems, so that group—rather than individual—action could be organized.

Introduction

Cette communication se propose de mettre en relief l'importance des interventions extérieures dans le processus de développement des organisations rurales, pour les aider à faire monter en puissance leurs capacités à identifier et à maîtriser les contraintes techniques et socio-économiques.

En tant que stratégie méthodologique, le texte a été construit sur la base d'une étude de cas, à travers un regard anthropologique sur une expérience de formation-développement, dans le cadre d'une action éducative-participative mise en place (entre février et mai 1993) par les agriculteurs et les prestataires de services du périmètre d'irrigation de Jaíba, situé au cœur du Brésil.

Puisque toute intervention est faite de théories et de pratiques, on a traité successivement les propositions méthodologiques et le programme d'intervention. Sans doute, ces deux éléments de la recherche-action sont-ils trop étroitement solidaires pour qu'il soit possible de les séparer radicalement. Bien que, en principe, cette sorte de travail dérive de la théorie, celui-ci réagit sur elle. Les concepts se modèlent souvent sur les pratiques afin d'en rendre compte, surtout quand le sens n'en est pas, ou n'en est plus, apparent. Cependant, ces deux ordres de faits — théorie et pratique — sont bien différents et méritent d'être analysés séparément. Et comme il est impossible de comprendre une certaine réalité quand on ignore les idées sur lesquelles elle repose, c'est tout d'abord celles-ci qu'il nous faut chercher à connaître.

La première partie du texte porte sur une description des concepts et des théories selon lesquels sont identifiées deux grandes lignes "paradigmatiques" : l'intervention à caractère traditionnel ou conservateur ; l'intervention éducative, centrée sur la participation des paysans. Le but de cette partie est aussi de justifier notre option pour cette seconde ligne.

La seconde partie commence par une description du contexte et des situations engendrées par les dynamiques des relations entre les acteurs du projet Jaíba, lesquels ont justifié l'élaboration et l'aménagement d'un programme

d'intervention, sur le modèle de formation-développement centré sur la participation. L'analyse du travail de formation mis sur pied constitue l'objet principal de cette communication. Le travail s'est déroulé selon les étapes suivantes :

- constatation initiale que les problèmes identifiés ne pourraient être imputés qu'aux causes extra-sociales (faiblesse du sol, défauts dans le système d'irrigation, conditions climatiques...) et aux causes sociales proprement dites ; en nous interrogeant sur l'influence des premières, nous avons conclu qu'elle était assez limitée ;
- détermination de la nature des causes sociales, de la manière dont celles-ci produisaient leurs effets et de leurs rapports avec les états individuels des manifestations des problèmes ;
- identification des problèmes et des moyens pour agir contre ceux-ci ;
- organisation du groupe en commissions et définition et mise en œuvre des stratégies d'action, pour aboutir aux objectifs collectivement identifiés.

Approche des concepts et méthodologies d'intervention

Au Brésil, et en Amérique latine en général, le modèle de formation-développement de petits producteurs agricoles, conçu et mis en place dans les années 60 par des projets du secteur public de production, présente des résultats dérisoires en ce qui concerne cette modernisation, tant attendue, des relations socio-économiques, laquelle impliquerait la participation des paysans organisés en entités autogestionnaires et intégrées dans le processus de développement de la société nationale.

Les échecs de ces modèles conventionnels sont surtout une conséquence du fait que les promoteurs des politiques de développement encouragent des travaux qui privilégient plus le fait que le processus, plus la forme (l'organisation et son modèle) que le contenu et la signification (l'essence de sa représentation et le sens qu'elle a pour ses membres), plus la chose que l'homme (la raison réelle et le sujet de la dynamique de tout développement, des organisations, de la production, etc.).

A l'inverse des modèles conventionnels, la formation-développement participative de petits producteurs ruraux révèle les réelles possibilités de mettre en œuvre la rupture du système de relations traditionnelles de maîtrise et tutelle et de construire un autre système d'organisation sociale, où les relations se structureront sur des principes d'égalité entre ses membres, sur le respect des différences individuelles et la pratique du dialogue pour établir l'intercommunication aussi bien que l'interdépendance entre la société organisée et l'Etat.

Les travaux de formation-développement ainsi conçus ont l'ambition de promouvoir ou de faciliter certains apprentissages, capables de contribuer à modifier la façon de penser et d'agir des gens et, par conséquent, celle de la communauté.

Ce modèle de formation-développement se base sur les plus récentes connaissances théoriques produites par des experts en développement rural et en analyses systématiques d'expériences d'éducateurs engagés avec des populations rurales.

Le programme des travaux et les détails de ses lignes d'action sont élaborés (et réalisés) à l'aide de méthodes qui soutiennent un plan d'intervention (c'est ainsi que se caractérise l'action d'un plan de formation-développement) dans la réalité la plus large de la communauté rurale, à partir d'un ensemble d'actions sur les sujets réels (producteurs et prestataires de services) du développement d'une agriculture durable.

Cet acte d'intervention planifiée, c'est-à-dire le travail de formation lui-même, crée quelques conditions propres à modifier le contexte et la situation concrète de ces relations collectivement perçues comme problématiques, dans la mesure où elle vise à un développement effectif des familles des producteurs et du processus de pleine émancipation d'un projet d'irrigation.

Vu que la formation-développement est un processus éminemment éducatif-participatif, intentionnel, programmé, on admet que la formation participative serait celle où le centre de la production collective de connaissances potentialise, chez l'agriculteur, ses capacités d'organisation et de gestion de son développement, de transmettre l'information et de motiver les actions d'intérêt commun.

Au contraire, les processus conservateurs de formation aboutissent à des organisations issues de la pratique de relations traditionnelles de maîtrise et tutelle, où le savoir et l'accès aux moyens d'information se centrent sur quelques leaders, dirigeants et fonctionnaires. Au cours de réunions de ces organisations, des discussions ont lieu ordinairement sans qu'il y ait une réelle participation de leurs membres car on remarque qu'il ne s'établit pas de communication ni d'échange de connaissances, d'informations, d'objectifs et de plans d'action. Ceux qui "savent" comment faire les choses commencent à se sentir — et à être vus — comme des gens indispensables, sans lesquels il serait impossible de donner suite à l'entreprise entamée et tout le poids de la responsabilité repose sur leurs épaules.

La formation participative, d'autre part, est une forme de stratégie d'éducation tournée vers le développement des capacités humaines moyennant l'exercice pratique (économique, politique, culturel), les stimuli et l'"exploration" des potentiels des paysans et aussi des fonctionnaires, dirigeants, techniciens d'institutions engagées dans la consolidation des projets d'irrigation.

La formation participative crée des conditions pour que le producteur puisse voir et être vu dans une position précise dans le groupe, favorise l'instauration d'un processus "naturel" d'organisation, où l'ensemble des producteurs, et chacun d'eux, est "présent" dans la relation de la communauté avec la réalité dynamique, intérieure et extérieure au projet. Cette participation devient l'exercice de la formation-développement lui-même. Il faut souligner que la formation participative considère les producteurs comme une totalité, l'être et la raison des travaux et le sens de ses objectifs. La participation, en tant qu'essence de cette formation, concerne les relations humaines.

Ayant pour fondement ces concepts et principes méthodologiques, a été réalisée une expérience de formation-déve-

loppement auprès d'une communauté de petits agriculteurs d'un projet public au Brésil, le projet Jaíba.

Etude de cas

Contexte du projet Jaíba

Le projet d'irrigation Jaíba se situe au nord-ouest de l'Etat de Minas Gerais, dans la région Sud-Est du Brésil. Le principal facteur de référence est le fleuve São Francisco (2 660 km de long) qui traverse cette région très peu peuplée, dont le climat est sec et le sol d'autant plus aride qu'on s'éloigne des bords du fleuve.

Jusqu'au milieu de ce siècle, la région de la forêt du Jaíba (rive droite du fleuve) était virtuellement intacte et non peuplée. C'est sur des sites de cette forêt qu'a été conçu, à la fin des années 60, le projet Jaíba, qui prévoyait de couvrir une surface d'environ 300 000 ha.

Le processus de mise en place du projet Jaíba a essuyé de nombreux revers. Entre 1975 et 1986, il a été plusieurs fois reprogrammé, réétudié, interrompu, recommencé, réévalué, refinancé, dénigré, oublié, repris, abandonné par différentes institutions publiques ou privées, par des banques, entreprises, gouvernements.

Ce n'est que depuis 1985 que les objectifs sociaux exercent des influences sensibles sur la conception, la réorientation des travaux et des plans de développement du projet Jaíba. A cette occasion, on a aussi redéfini le processus de mise en place de la surface irriguée en trois étapes, dont la première couvre 28 300 ha et constitue le centre d'intérêt de cette étude.

Cette étape concerne les travaux de base du système d'irrigation du projet tout entier. Ces travaux ont déjà été exécutés et ont les caractéristiques suivantes (données fournies par le secteur administratif du projet Jaíba le 6 juin 1991) :

- canal d'amenée : 1,2 km ;
- station de pompage n° 1 : capacité potentielle, 80 m^3/s ; hauteur du refoulement : 17,50 m ;
- sous-station électrique : potentialité, 20 000 kWA ;
- canal principal n° 1 (CP1) : longueur, 7 km ; base, 5 m ; hauteur, 5,2 m ;
- station de pompage n° 2 (SP 2) : capacité 65 m^3/s ; hauteur du refoulement : 19 m ;
- canal principal n° 2 (CP 2) : longueur, 6,5 km ; capacité, 65 m^3/s).

Le projet Jaíba est encore en phase d'implantation. En 1993, lorsque se sont réalisés les travaux de formation-développement, objet de ce rapport, la participation des trois catégories de producteurs était la suivante :

- petits producteurs : 605 familles déjà installées (1937 prévues) ; parcelles de 5 ha en moyenne ;
- petits et moyens entrepreneurs : 339 prévus, parcelles de 20 à 50 ha ;
- grands entrepreneurs : 2 installés (et prévus) ; plus de 50 ha.

En conformité avec l'esprit du processus de désengagement de l'Etat, en 1987, a été conçu un modèle alternatif d'organisation des producteurs pour rendre viable l'autogestion de projets tels que celui de Jaíba : le "District d'irrigation" (D.I.). En mars 1988, a été mis en place dans ce projet le premier D.I. brésilien dans le but de :

- répondre à la demande spécifique de gestion du projet, y compris la suite de son installation ;
- s'occuper du facteur eau, utilisée par toutes les catégories de paysans ;
- encourager les producteurs à s'organiser librement pour trouver des solutions aux questions liées à la production et à la commercialisation ;
- s'adapter aux besoins et à la réalité de la société régionale/nationale.

Les 200 familles déjà installées à cette occasion ont participé à l'implantation du D.I.

A la fin de l'année 1992, on a constaté une crise dans les relations entre les producteurs et l'équipe d'assistance technique, qui révélait une discordance entre les espoirs mis dans l'autogestion et les résultats concrets de développement jusqu'alors obtenus.

En conséquence, a été mis sur pied un programme de formation-développement, sous forme d'un "diagnostic participatif".

Le processus de formation-développement : une expérience de diagnostic participatif

Au cours d'une série de réunions réalisées selon les zones géographiques du projet Jaíba, les producteurs ont eu l'occasion d'exprimer toute leur insatisfaction devant l'accumulation de difficultés qu'ils devaient affronter tous les jours dans le travail sur leurs terres et, par conséquent, dans leurs relations familiales.

D'une façon émotionnelle et désordonnée, ils ont fait des réclamations concernant les difficultés économico-financières des agriculteurs qui, d'après eux, étaient dues à la piètre qualité des services d'assistance technique et sociale. En outre, les conditions de vie précaires auxquelles ils étaient soumis se reflétaient dans des problèmes concernant la santé, l'éducation, les transports, les conditions de logement et de travail, celles-ci rendues encore plus difficiles à cause de l'inaccessibilité du crédit rural. Tout cet ensemble complexe d'informations était bâti sur l'évidente manifestation de l'impuissance des paysans à tourner à leur profit ce cadre et aussi sur leur croyance que ne revenait qu'à l'Etat et à ses secteurs spécifiques l'adoption de mesures d'assainissement. Face à cette situation marquée par l'immobilisme, par le manque d'espoir et par l'indignation, rien ne revenait aux paysans, à part se plaindre de leur sort.

D'autre part, les prestataires de services reconnaissaient l'authenticité des informations fournies par les agriculteurs et n'étaient pas d'accord avec eux qu'en ce qui concerne l'identification de la cause : pour ces techniciens, les faibles résultats économiques et sociaux du projet Jaíba étaient dus au manque d'aptitude, de formation, de compétence des paysans et étaient le fruit d'un processus, en quelque sorte raté, de sélection qui avait privilégié la population autochtone de la région et non celle du sud du pays, reconnue traditionnellement pour sa vocation aux activités agricoles et sa réussite dans ce domaine.

Au vu de tout ce qui a été exposé, le District d'irrigation et l'entreprise d'assistance technique ont décidé de faire appel à un soutien technique extérieur, ce qui les a amenés à solliciter le travail des auteurs de cette communication, non seulement pour approfondir les connaissances de la réalité

du projet mais aussi pour doter les agriculteurs de moyens pour l'analyse et l'organisation des actions nécessaires afin de surmonter la crise qui se manifestait.

Le travail de formation-développement, sous la forme d'un diagnostic participatif, a directement bénéficié à environ 80 personnes qui représentaient les segments suivants : les agriculteurs représentants des différentes zones géographiques du projet ; les membres des conseils d'administration et de fiscalisation du District d'irrigation, eux aussi de petits paysans ; les représentants des associations de producteurs et de femmes ; les chercheurs systèmes, les chercheurs thématiques et les vulgarisateurs ; les techniciens liés à la protection de l'environnement ; les représentants des institutions d'éducation et de santé ; les éventuels représentants des mouvements et/ou organisations de jeunes du projet. Les bénéficiaires indirects étaient les agriculteurs, les 605 familles déjà installées dans la zone du projet.

La stratégie méthodologique adoptée prévoyait la création de situations permettant la manifestation libre et spontanée du groupe, à partir de la neutralisation des interférences qui inhibaient les relations de hiérarchie existant entre les participants du projet. C'est ainsi que les activités qui se sont développées se caractérisent par :

- l'utilisation de processus d'expression peu conventionnels tels que la dramatisation, le dessin, l'expression corporelle, de façon à ne pas donner de l'emphase aux différences culturelles entre techniciens et producteurs, ceux-ci pour la plupart analphabètes ;
- une discussion approfondie de chaque réclamation présentée par les agriculteurs et les techniciens, tout en cherchant à mettre sur pied le nivellement conceptuel et l'entente collective du sens donné aux expressions particulières ;
- l'attention collective accordée à l'écart entre le geste et la parole, tout en cherchant à dénoncer et à reconnaître les processus personnels pour mystifier la pratique par le discours (manifestations de préjugés, identification dans le discours d'intérêts et idéaux collectifs tandis que l'action se caractérise par des adéquations et intérêts individuels) ;
- la recherche de la construction collective du réseau de causalités et d'interdépendances entre les différentes difficultés indiquées, de façon à identifier les problèmes les plus essentiels et collectifs qui devraient être considérés comme prioritaires à l'égard d'une action future ;
- la hiérarchisation des problèmes à partir de la compréhension de leur complexité et de l'espoir de leur solution en fonction de la gravité de leurs effets ;
- l'identification de la responsabilité et des secteurs compétents en ce qui concerne la solution des problèmes, aussi bien que l'identification des mesures à prendre par le groupe pour les acheminer aux secteurs concernés ;
- la formation, à partir de la manifestation d'intérêts et d'aptitudes individuels, de commissions destinées à adopter des dispositions et à prendre des mesures sur place.

De cette façon, les principes méthodologiques ont garanti que les actions seraient :

- tournées vers la collectivité des producteurs ;
- des interventions à caractère éminemment éducatif-participatif ;
- intégrées, avec échange de connaissances et d'expériences entre techniciens et producteurs ;
- dynamiques, dans le principe de l'action-réflexion-action ;
- adaptées au contexte, à la nature et aux besoins des organisations associatives en question ;
- basées sur la considération de l'organisation des producteurs sous son double aspect : entreprise économique et association de personnes ;
- fondées sur la vision globale et systématique du processus de développement rural et de la réalité à être transformée ;
- cohérentes avec le caractère pratique de la formation, celle-ci étant calquée sur le réel, l'objectivité des relations, les problèmes concrets et les alternatives viables pour aboutir à des solutions.

A partir de la levée des situations de difficulté et de la remise en ordre de celles-ci, selon les thèmes les plus importants, ainsi considérés au cours de l'analyse ethnographique des "plaintes" enregistrées, on a procédé à une large discussion sur les points en question pour identifier les problèmes effectifs de la communauté et formuler collectivement leurs énoncés.

L'objectif suivant a été d'opérer une classification des problèmes par similitude de thèmes, selon leur champ d'intérêt, et de procéder à la transcription de ceux-ci, en séquence directe, sur un tableau des sources du diagnostic, tandis que les participants divulguaient et discutaient ces problèmes avec la communauté.

Enfin, lors des réunions plénières, les divers champs du tableau destinés au registre des problèmes ont été remplis au fil des discussions jusqu'à aboutir à une entente consensuelle à l'égard des questions les plus polémiques. Les participants se sont alors organisés en sept commissions pour traiter des solutions aux problèmes concernant le champ thématique de chaque commission (production, commercialisation, financement, éducation, santé, environnement, administration, communication).

Une huitième commission — celle de l'intégration — a été formée par deux représentants de chacune des autres commissions. L'un de ces deux représentants était nécessairement membre du conseil d'administration ou de fiscalisation du D.I. Cette commission avait l'objectif de servir de point d'appui et d'intégration des travaux réalisés par les autres commissions.

Résultats obtenus

D'emblée, on peut assurer que tous les objectifs prévus pour l'exécution d'un travail participatif de diagnostic socio-économique, intégré à la mise en œuvre d'un programme de formation-développement, ont été atteints.

Objectivement, on doit considérer l'ensemble des "lignes d'action", élaborées par les commissions pendant leur première réunion, comme un projet de développement intégré de Jaíba. Il s'agit d'un authentique projet de développement qui concerne plus précisément un projet de vie, puisqu'il considère tous les champs de la vie communautaire (éducation, santé, production, etc.) et est le résultat de l'expression des souhaits, intérêts, difficultés, perspectives de la collectivité porteuse des relations socio-économiques du projet Jaíba.

Un projet de vie, car il a été, en somme, pensé et élaboré collectivement, ayant comme fondement la réalité concrète de ce groupe de paysans et qu'il représente les efforts de ceux-ci pour trouver des solutions et mettre sur pied les ajustements nécessaires au processus de mise en place des projets socio-économiques déjà existants et en cours tels que celui de Jaíba.

Les lignes d'action sont suffisantes pour orienter les producteurs, à mesure des prochains pas vers les conquêtes que signifieront la pleine autonomie et l'autodéveloppement. En tant que part du processus de formation-développement lui-même — la raison majeure des travaux réalisés — les cheminements de solutions aux problèmes identifiés constituent une expérience collective d'autoformation. Cela contribuera à une meilleure préparation des producteurs pour identifier, avec beaucoup plus d'efficacité et de célérité, les sources de leurs souhaits, les chemins pour la réalisation de leurs rêves. Ils pourront certainement assimiler, avec un plus grand profit, les prochains travaux de soutien au développement souhaité.

Enfin, il convient de souligner les aspects à l'égard desquels le projet a pu avancer plus loin que la proposition initiale de formation-développement : il y a eu une plus grande attention au développement de la participation à des travaux en groupe et à la mise en valeur des relations associatives ; la simplification du projet a facilité, dans la pratique, l'équilibre entre le rythme des travaux et celui dicté par le groupe de participants.

Vu la nature du travail de formation-développement de producteurs pour que ceux-ci s'organisent et la façon dont ce travail a été mené, on doit s'attendre à ce que ses résultats les plus importants se fassent sentir tout au long d'une période bien plus longue que celle où l'intervention a eu lieu. Les résultats effectifs d'un processus de formation sont liés à la maturation des travaux des commissions, ce qui n'est atteint qu'à mesure que l'action est poursuivie.

Pour que cela s'accomplisse, il devient indispensable de comprendre la part de responsabilité des équipes techniques à l'égard de l'engagement pris pour assurer les moyens qui donneront suite à la dynamique entamée, c'est-à-dire l'ensemble d'actions et leur déroulement qui caractérisent tout le processus d'intervention.

Dans ce sens, tous ceux qui se voient engagés dans le projet vivent les changements dans les relations interpersonnelles et institutionnelles à partir de l'encouragement et de l'expérience de participation effective à la conduite des questions d'intérêt commun et à la définition de la destinée du projet. La consolidation des changements ou la remise en place des modèles précédents de relations qui l'emportaient dépend directement de la volonté politique des entités engagées, traduite en actions concrètes.

Une initiative importante semble être la révision critique du système de relations et de procédures administratives internes des institutions pour évaluer la cohérence de ce système à l'égard des changements envisagés au fil des travaux de formation-développement et de la perspective de pleine émancipation du projet Jaíba.

Références bibliographiques

Freire P., 1982. Educaçao e mudança. Rio de Janeiro, Brasil, Paz e Terra, 79 p.

Instituto Pichon-Rivière de São Paulo, 1987. O Processo Educativo segundo Paulo Freire & Pichon-Rivière. Traduçao de Lúcia Mathilde Endlich Orth (1985 by Ediciones Cinco, Buenos Aires, Argentina). Petrópolis, RJ, Vozes.

Martins L.C., Zatz I.G., 1990. Estudo sobre a participação do sistema cooperativo em projetos de irrigação no Nordeste (Brasil). Levantamento bibliográfico. Vol 1. Brasília, Brasil, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, IICA, 180 p.

Zatz I.G., 1991. *Distrito de Irrigação de Jaíba : estudo da capacitação de pequenos produtores para implantação de um modelo de organização autogestionária.* Brasília, Brasil, IICA e Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, 50 p.

Méthodologie de construction d'un projet de développement local

Sarrazin François
Ecole supérieure d'agriculture d'Angers, BP 748, 49007 Angers cedex, France

Résumé

La construction d'une action collective de diversification de producteurs laitiers dans un parc naturel régional permet de rendre compte d'une expérience de changement au sein d'une société rurale. L'auteur décrit la méthodologie suivie par les systèmes d'acteurs pour résoudre leur problème local. L'analyse organisationnelle de ce changement montre l'impérieuse nécessité de l'entrepreneur social, du groupe projet et des structures informelles pour réduire la propension à l'inertie des organisations locales. Cette construction de projet est un "système d'action concret local spécialisé" et apparaît comme l'émergence ou la concrétisation de la capacité homéostasique du métasystème local. Ce métasystème local se situe à l'échelle régionale, mais n'existe qu'à l'état virtuel. Il caractérise cette capacité régionale d'agrégation de moyens organisationnels au profit d'une micro-réalisation locale.

Mots clés

Organisation, système d'action concret, entrepreneur social, groupe projet, métasystème local.

Abstract

Methodology for Designing a Local Development Project

The design of a collective diversification project for milk producers in the Pas de Calais region, France, is an example of change in rural society. The paper describes the methodology adopted by the systems of actors to overcome the local problem. The organizational analysis shows the importance of the entrepreneur, project group, and informal groups in reducing inertia among local organizations. The project is designed as a specialized and concrete local action system. It represents the emergence of the homeostatic capacity of the local metasystem, which is a regional but virtual system. It characterizes a regional capacity to pool organizational resources for a local microproject.

Introduction

La note d'introduction de l'atelier présuppose que les organisations locales sont capables d'identifier et de maîtriser les contraintes techniques et socio-économiques de leur environnement pour agir sur leur devenir. Notre communication illustre cette proposition et tente d'en fonder la pertinence d'un point de vue sociologique. Elle est centrée sur une seule étude de cas : l'initiative prise par le parc naturel régional de l'Audomarois, Pas-de-Calais, France, pour valoriser à la ferme la production laitière.

Notre réflexion est construite à partir du concept de "système d'action concret" qui se définit *"comme un ensemble humain structuré qui coordonne les actions de ses participants par des mécanismes de jeux relativement stables et qui maintient sa structure, c'est-à-dire la stabilité de ses jeux et les rapports entre ceux-ci, par des mécanismes de régulation qui constituent d'autres jeux"* (Crozier et Friedberg, 1977).

La construction d'une entreprise collective de diversification

Trois grands systèmes d'acteurs apparaissent : le système politico-administratif local, le système socio-professionnel et les agriculteurs. Nous mettrons en évidence les structures informelles ad hoc, instituées par ces acteurs pour résoudre leur problème local.

Le système politico-administratif local

Le syndicat mixte d'aménagement et de développement de l'Audomarois est composé de la région, du département, des communes concernées par le parc naturel et d'autres organisations, professionnelles et environnementales, intéressées par les objectifs du parc. Le syndicat mixte a pour mission d'élaborer les propositions de mise en œuvre de la charte constitutive du parc, voire de les compléter par des propositions d'action spécifiques.

Ce système d'action concret se constitue autour d'une incertitude conjointe : la préservation de l'espace naturel et le déclin de la ruralité.

Le problème de ce système concerne la gestion des ressources naturelles régionales et la diminution de la population rurale, situation aggravée par le vieillissement de cette population, facteur de fragilisation du monde rural.

Pour le syndicat mixte, l'enjeu réside dans le maintien et le développement des activités agricoles, levier essentiel pour l'arrêt du déclin de la ruralité et pour l'entretien de l'espace naturel.

La solution organisationnelle consiste en la création d'un certain nombre de commissions spécialisées rassemblant les personnes et les groupes concernés et compétents sur les questions traitées. Ainsi a été créée la commission Ruralité et développement économique, qui s'attache au développement économique et social des zones rurales. Cette commission est présidée par un élu local, maire d'un chef-lieu de canton et conseiller général. Elle bénéficie des moyens techniques et humains de la "Mission Agriculture" du parc naturel régional et des moyens financiers alloués par le département et la région.

Un parc naturel régional est un territoire dont les milieux naturels et les paysages ont été reconnus comme particulièrement riches, et qui s'est vu attribuer le label "parc", par le ministère de l'Environnement. Les prérogatives particulières attribuées à ce label concernent :

- la sauvegarde du patrimoine par une gestion adaptée des ressources naturelles ;
- le développement des activités économiques compatibles avec la protection de l'environnement ;
- la promotion de l'accueil et de l'information du public dans une perspective éducative et culturelle.

Pour s'affirmer comme moteur du développement local, le parc naturel de l'Audomarois doit conduire des politiques visant à maintenir la vie dans les campagnes : l'étude de faisabilité d'une action collective de diversification de la transformation du lait par la fabrication de produits fermiers.

Afin de mettre en œuvre ce projet de diversification, les ressources humaines du parc étant insuffisantes, il va être fait appel à des élèves ingénieurs, à l'occasion de la réalisation de leur mémoire de fin d'études, pour réaliser l'étude de faisabilité.

La cellule projet est la première structure informelle *ad hoc*. Son rôle est de :

- formuler le problème pertinent et la solution correspondante, qui sera ici un projet collectif de diversification pour des producteurs laitiers (1) ;
- réaliser le diagnostic du système local (2) : par la caractérisation de la population agricole dans la perspective de la définition d'une population-cible à mobiliser pour l'action ; par l'identification des acteurs professionnels agricoles, intervenant sur le territoire, reconnus par les agriculteurs, concernés par le projet ; par la caractérisation stratégique de ces mêmes acteurs professionnels agricoles, c'est-à-dire la compréhension de leur incertitude majeure et de leurs enjeux, dans la perspective du repérage des plus petits dénominateurs communs locaux et des obstacles rédhibitoires à leur participation au projet ;
- formuler le contenu du projet par la réalisation de l'étude globale de faisabilité, qui comprend une étude technique, une étude technico-économique, une étude de marché, une étude législative et réglementaire, et une étude juridique des diverses solutions possibles (3).

La direction du parc et l'élu local n'ont pas d'expertise reconnue en matière de développement agricole, le contenu de leur proposition doit donc faire l'objet d'une validation technique par les représentants des organisations professionnelles agricoles (OPA), qui eux possèdent les expertises nécessaires : les savoirs, les savoir-faire, l'expérience des différents contextes. Les OPA apparaissent comme les partenaires obligés de la cellule projet.

Les organisations professionnelles agricoles

La conception du projet de diversification par le système politico-administratif local présente l'inconvénient majeur d'être totalement irrecevable, a priori, par la population agricole, qui est la première concernée par le projet. En effet, le parc, organisme public de protection de l'environnement, n'est pas reconnu comme organisme de développement agricole par les agriculteurs.

Par ailleurs, les OPA sont les seules structures en relation professionnelle technique constante avec les agriculteurs. Du fait de leur représentativité, elles possèdent une légitimité explicite auprès des agriculteurs. De ce fait, ces OPA contrôlent les circuits de communication en direction des agriculteurs et maîtrisent les contenus de l'information. L'enquête de terrain a permis de constater que les agriculteurs leur faisaient relativement confiance, soit pour les défendre (syndicats), soit pour leur apporter des conseils (organismes de développement) (Dorilleau et Lelièvre, 1993).

Le comité de pilotage est la deuxième structure informelle *ad hoc*. Il rassemble toutes les expertises techniques et sociales relatives au contenu et à la formalisation du projet. Le rôle du comité de pilotage est de :

- légitimer le projet, tant du point de vue de son opportunité que de ses contenus techniques (4) ;
- promouvoir le projet auprès des agriculteurs et faire remonter au niveau du comité les réactions qu'il suscite, afin que la cellule projet prépare des réponses ou fasse des propositions en regard de ces réserves (5) ;
- recruter les agriculteurs en encourageant les candidats virtuels à profiter des opportunités de réunions d'information, de préparation et de formation (6).

La dissolution du comité de pilotage est programmée au terme de leur mobilisation.

Les agriculteurs

L'agriculture du Pas-de-Calais n'a pas une image valorisante parce qu'elle fut un secteur économique de relégation des individus les moins bien formés. Elle s'est développée autour d'un modèle traditionnel de préservation patrimoniale autarcique et individualiste. Malgré la prégnance de ces traits de mentalité, les jeunes exploitants ont conscience de la nécessité de rompre avec ce modèle.

Dès lors, tout développement de projet implique une caractérisation de la population agricole pour définir les capacités et les potentialités d'engagement des individus.

L'association de lancement est la troisième structure informelle ad hoc.

Les agriculteurs auront à faire simultanément leur interconnaissance, l'apprentissage de la vie de groupe et à s'approprier le projet. La cellule projet et le groupe de pilotage vont produire l'information technique nécessaire aux exploitants pour qu'ils puissent envisager leurs propres conditions d'implication dans l'action.

Le rôle de l'association de lancement est de permettre :
- l'information des agriculteurs par l'intervention de la cellule projet et du comité de pilotage (7) ;
- l'appropriation du projet par les candidats (8) ;
- la mobilisation des agriculteurs par leur adhésion formelle à l'association et l'émergence d'un sous-groupe de leaders susceptibles d'assurer les premières responsabilités formelles de l'association de lancement (9) ;
- la formation des acteurs (10) ;
- la construction de l'action par l'orientation du projet (11) ;
- la définition des règles du jeu à l'occasion de la constitution juridique de la CUMA (Coopérative d'utilisation de matériel en commun) de transformation et du GIE (Groupement d'intérêt économique) de commercialisation par l'adoption des différents règlements intérieurs (12).

L'association de lancement, informelle à ses débuts, association loi 1901 ensuite, est le lieu de développement du processus le plus important, celui de l'appropriation du projet par ses acteurs potentiels. L'association de lancement est le lieu de développement d'une stratégie collective d'autoformation, où cellule projet, comité de pilotage et agriculteurs interagissent en fonction de la finalité poursuivie.

La concrétisation de l'action : quatrième structure ad hoc.

La constitution juridique d'une CUMA de transformation et d'un GIE de commercialisation par un petit groupe de producteurs constitue le point d'aboutissement du processus décrit et provoque la dissolution de l'association de lancement (13 et 14).

Les quatorze étapes repérées à l'occasion de la construction de ce projet de diversification collective constituent la base d'une méthodologie de construction d'un projet de développement local.

L'approche systémique du changement

Pour Jean de Rosnay (1975), *"un système est un ensemble d'éléments en interaction dynamique, organisé en fonction d'un but"*. Dans cette définition, interaction dynamique signifie capacité adaptative du système à son environnement et possibilité d'évoluer et de tendre vers l'homéostasie. L'application de cette définition à des systèmes sociaux complexes, comme les sociétés rurales, permet de réinterpréter notre méthodologie de construction de projet de développement local comme la capacité homéostasique des systèmes ruraux.

Dans les sciences humaines, la finalité, sous le nom d'intentionnalité, cesse de faire problème en exprimant l'idée de projet et par là d'influence de ce qui est à venir sur ce qui lui est antérieur dans le temps. Cette possibilité est reconnue sans difficulté dès qu'interviennent des êtres doués de conscience et de pouvoir d'anticipation (Delattre, 1984).

L'entrepreneur social

"Tout processus de changement organisationnel, qu'il soit ou non planifié, a besoin d'un entrepreneur social. Celui-ci doit se faire le porte-parole de la "nécessité" de changement. Il doit parvenir à y organiser "le parti du changement" qui permet de donner l'impulsion initiale au processus." (Friedberg, 1993).

Les acteurs principaux de la cellule projet sont l'élu local et les élèves ingénieurs de l'ESA puisque chacun contribue à la résolution effective et progressive du problème et que chacun y exerce un certain pouvoir, dans la mesure où il résout une part de l'incertitude majeure de la zone territoriale concernée. Pour l'élu local, il s'agit du pouvoir lié aux relations avec l'environnement, puisque par son appartenance au système politique local il possède une certaine légitimité locale, et a une capacité à mobiliser des institutions et des moyens financiers particuliers. Par ailleurs, il engage personnellement sa réputation dans le dossier (Grémion, 1976).

L'élu local et conseiller général a pour principal atout sa propre représentativité, issue du suffrage universel, par rapport à la sphère locale de référence : le monde rural cantonal, la zone du parc et le département. Il est l'expression même de l'intérêt général (Worms, 1966). Cette triple appartenance le dote de capacités d'intervention fortes, il détient le pouvoir dit du "marginal-sécant", c'est-à-dire le pouvoir d'un acteur qui est partie prenante dans plusieurs systèmes d'action en relations étroites les uns avec les autres (Crozier et Friedberg, 1977).

De ce fait, l'élu local, "marginal-sécant", peut jouer le rôle d'intermédiaire et d'interprète entre des logiques d'action différentes voire contradictoires ; il a une fonction d'intégration (Stratégor, 1991). La spécialisation des organisations locales, et dans certains cas leur revendication d'exclusivité et de monopole de certaines interventions, engendre une dynamique centrifuge totalement inopérante pour la résolution des problèmes locaux. L'intégration désigne la qualité des collaborations qui peuvent se construire au sein d'un système entre différents sous-systèmes.

Ainsi l'élu local a un rôle de leader qui engage sa réputation dans le déroulement de l'action en soutenant fortement le projet de telle sorte qu'il soit accepté par les autres acteurs locaux. Pour cela, il sollicite la participation de toutes les structures locales concernées par le problème, en recherchant leur contribution à la formulation du projet (Ghertman, 1981).

Le groupe projet

"En dehors des décisions assurant l'impulsion initiale, la réalisation et la réussite du changement dépendent donc de la mise sur pied d'un dispositif d'accompagnement. C'est lui qui rend possible la gestion et le pilotage au jour le jour de multiples processus d'apprentissage à travers lesquels se mettent en place les nouveaux cadres d'action et s'opèrent tant la mobilisation des intéressés que l'acquisition des capacités collectives nécessaires." (Friedberg, 1993).

Les élèves ingénieurs sont les experts du système, ici du projet, puisqu'ils en maîtrisent toutes les données. Toutefois, leurs propositions n'ont aucune validité a priori, puisque que leur expérience professionnelle est en voie

d'élaboration. Ce sont des acteurs illégitimes. Leurs propositions doivent être légitimées tant du point de vue de leur opportunité, et c'est la direction du parc et l'élu local qui constituent leur soutien organisationnel et politique essentiel, que de celui de leur pertinence technique, et c'est aux techniciens et conseillers agricoles de valider le contenu et la faisabilité technique et humaine du projet. Dès lors, les OPA apparaissent comme les partenaires obligés de la cellule projet.

Une des causes possibles d'échec réside dans la nécessité d'impliquer toutes les OPA dans le projet. En effet, une OPA non contactée, c'est-à-dire dont on ne reconnaîtrait pas la représentativité ou la compétence, pourrait se sentir lésée et utiliser ses contacts avec les agriculteurs pour faire une contre-publicité au projet et ainsi le discréditer.

C'est dire *"le rôle clé que joue toujours l'encadrement intermédiaire et opérationnel dans la participation"* (Friedberg, 1993). Nous considérons ici que les techniciens et les conseillers des OPA sont, vis-à-vis des agriculteurs, dans la même situation structurelle et organisationnelle que l'encadrement intermédiaire et opérationnel dans les entreprises.

"Un processus participatif ne peut ni ne doit se faire contre l'encadrement dans son ensemble." (Friedberg, 1993). De la même manière que l'élu local assume une fonction d'intégration vis-à-vis des OPA pour la résolution de la problématique rurale, les techniciens et les conseillers des OPA assument une fonction d'intégration vis-à-vis de l'individualisme des agriculteurs.

Ce faisant, le processus de légitimation de l'initiative de la cellule projet permet au groupe des organisations professionnelles agricoles de s'autoproclamer et de s'autoreconnaître comme système d'action concret constitué autour de la reconnaissance du même problème.

"L'utilisation de cette notion de système (...) n'implique pas (...) l'existence d'une vision commune, d'un acte fondateur, d'une communauté d'intérêts entre les acteurs, pas plus qu'elle ne contient une liste ou une description a priori des acteurs." (Friedberg 1993).

Ce système d'action concret associe les membres de la cellule projet et le comité de pilotage, ce dernier étant placé sous la présidence de l'élu local, ce qui oblige bien à la reconnaissance du leadership de l'élu local par tous. Enfin, ce système d'action concret a une existence transitoire et éphémère, puisque le comité de pilotage est dissous dès que l'association de lancement est prête à lui succéder.

Des organisations locales à la gestion de projet

Cet exemple montre la difficulté de rendre compte de l'action en cours à partir de systèmes formels et encore moins de structures juridiques claires. La cellule projet et le comité de pilotage n'ont aucune existence légale. Ils sont un lieu d'auto-organisation, tout comme l'association de lancement qui, dans un premier temps, mélange la cellule projet, le comité de pilotage et des agriculteurs intéressés.

Parler des organisations locales, c'est nécessairement envisager le mélange des genres, la polyvalence des structures, le flou des frontières. Le système se définit lui-même par la reconnaissance du problème. Les étapes de l'émergence du système d'action concret pertinent sont les suivantes :

- la reconnaissance du problème par les élus locaux et les OPA définit un "objet" de recherche : le projet de transformation du lait à la ferme ;
- l'objet de recherche possède ses propres caractéristiques techniques qui déterminent le contenu de la participation des producteurs de lait et des organismes techniques liés à la production laitière et à sa transformation artisanale ;
- les caractéristiques du projet définissent ses composantes territoriales (le bassin laitier local et le territoire du parc, qui ne sont pas totalement identiques) et organisationnelles (techniques, politiques et financières), toutes concernés par le problème et sa solution ; la solution (le projet) est donc structurante, dans le sens où elle définit le système local, ses besoins spécifiques et ce faisant ses sous-systèmes pertinents ;
- les composantes définissent les frontières d'un "système d'action concret local" mais pourtant spécialisé dans la diversification laitière (de groupe) à la ferme.

La reconnaissance d'un problème précis par les acteurs, au sein d'une problématique rurale, permet la formulation d'une solution nécessairement organisationnelle que nous définissons comme un "système d'action concret local spécialisé".

Le système et ses évolutions

L'évolution du système d'action concret local spécialisé comprend trois phases.

La première phase du système est une phase de non-stabilité et correspond à l'initialisation du système par l'intervention de l'entrepreneur social. Celui-ci fournit l'énergie au système en mobilisant les différents acteurs autour du problème reconnu par eux comme pertinent et en instituant la cellule projet pour l'élaboration de la solution.

Cette énergie va pousser à une évolution du système vers plus de stabilité, par un renforcement de ses mécanismes de rétroaction. Cela constitue la deuxième phase du système, qui correspondra à une phase de stabilité et au comité de pilotage.

La troisième phase du système concerne le retour à une phase de non-stabilité par un double mouvement :

- d'une part, une évolution de configurations plus fortes mais extrêmement limitées et restreintes (CUMA et GIE) ;
- d'autre part, une désagrégation du système par destruction des relations définissantes entre les composantes, c'est-à-dire la dissolution de la cellule projet, du comité de pilotage et de l'association de lancement.

Le système d'action concret local spécialisé est donc :

- dans une logique d'auto-organisation par le renforcement de ses propres relations définissantes au profit d'une micro-réalisation;
- un système non stable en évolution vers sa propre désagrégation autoprogrammée (Ladrière, 1983).

Malgré cette désagrégation inévitable et irrémédiable du système d'action concret local spécialisé, il reste clairement perceptible aux acteurs locaux et à l'observateur extérieur que quelque chose restera de cette action en termes d'apprentissage de nouveaux jeux collectifs locaux. Mais, au-delà d'un pur effet de système, l'intentionnalité des acteurs revendique la possibilité de capitalisation de ces apprentissages.

Le prix demandé à l'élu local par toutes les OPA pour leur soumission à son leadership concerne la possibilité de capi-

taliser les acquis de cette action au profit de chacune des OPA pour le lancement d'autres actions de développement dans d'autres spécialités agricoles. Cette exigence de formalisation d'une méthodologie de construction d'un projet de développement local a bien pour fonction de rappeler que toute contribution a son prix, et que, dans la vie locale, la règle du don a toujours son sens (Mauss, 1924). *"L'obligation de donner, de recevoir et surtout de rendre"* constitue un des fondements sociaux des rapports de voisinage prolongé (Pouillon, 1984).

La reproduction envisagée ne concerne pas uniquement la spécialité décrite dans le projet, mais vise l'extension des savoir-faire acquis de nouveaux jeux collectifs locaux aux autres domaines et secteurs de la vie rurale (autres productions agricoles, commerces et artisanats locaux...).

Il paraît nécessaire d'envisager l'existence d'un métasystème local, qui s'illustre par le schéma de la figure 1

Les éléments de ce métasystème sont le système politico-administratif local, les organisations professionnelles agricoles, artisanales, industrielles et commerciales, les populations professionnelles, les populations rurales, voire même certains sous-groupes des populations urbaines.

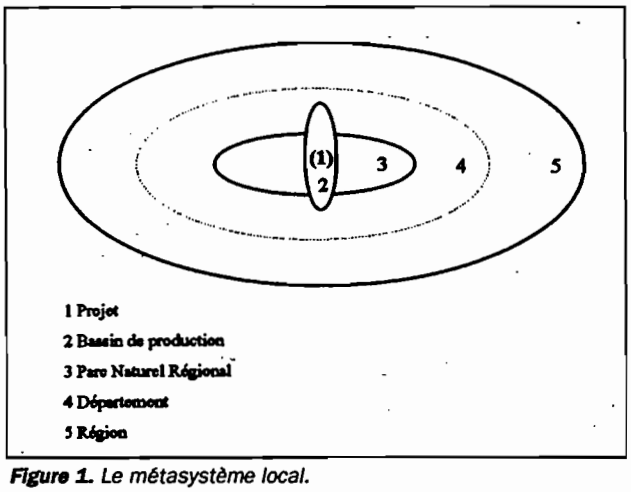


Figure 1. *Le métasystème local.*

L'idée de reproduction et donc d'apprentissage ne s'inscrit qu'à l'intérieur du métasystème local, parce que les acquis du système d'action concret local spécialisé ne sont qu'au bénéfice des acteurs et non pas du système, puisqu'il se dissout. Dès lors le système d'action concret local spécialisé n'est qu'un sous-système à durée de vie limitée et dont la finalité est de ne produire qu'une micro-réalisation. Il n'est donc pas l'unité d'analyse pertinente.

Le système d'action concret local spécialisé est l'émergence ou la concrétisation de la capacité homéostasique du métasystème, puisque le véritable enjeu de ce métasystème est d'assurer sa propre stabilité, c'est-à-dire le maintien de sa propre existence dans son environnement.

Conclusion : de la niche écologique au métasystème local

Réfléchir à une action de développement local en termes d'approche système consiste à développer un point de vue écologique dans le sens où un pays, une micro-région apparaissent comme un espace où se développent des populations voire des sociétés dont l'existence dépend de la présence d'autres espèces. Le concept de niche écologique rend compte des interactions espaces-végétaux-animaux-hommes-organisations humaines où les espèces sont groupées suivant des unités ou biocénoses, qui apparaissent comme autant d'éléments du paysage. Le concept de biocénose s'identifie à peu près à l'idée de super-organisme où les espèces jouent séparément le rôle des organes dans l'individu (Bouligand, 1984).

La notion de métasystème permet de rendre compte des imbrications existant entre différentes organisations humaines préoccupées par les perturbations perçues et/ou craintes pour l'avenir de la niche écologique dont ils font partie et/ou dont ils ont la charge.

Cependant, ce métasystème n'existe qu'à l'état virtuel si l'on prend la question du point de vue des acteurs, parce que le métasystème local n'est pas perceptible dans sa globalité. Il n'est perceptible que dans l'agrégation partielle et historique de certains de ses sous-ensembles, à l'occasion du traitement d'un problème concret. Il caractérise cette capacité régionale d'agrégation de moyens organisationnels au profit d'une micro-réalisation locale.

Références bibliographiques

Bouligand Y., 1984. Ordre et désordre en biologie. In : Encyclopaedia universalis, Les enjeux.

Crozier M., Friedberg E., 1977. L'acteur et le système. Paris, France, Le Seuil, 493 p.

Delattre P., 1984. La théorie des systèmes : quelques questions philosophiques. In : Encyclopaedia universalis, Les enjeux.

Dorilleau F., Lelièvre V., 1993. Valorisation du lait par la fabrication de produits laitiers fermiers. Mémoire de fin d'études, Ecole supérieure d'agriculture d'Angers, France, 122 p.

Dupuy F., Thoenig J.C., 1983. Sociologie de l'administration française. Paris, France, Armand Colin, 206 p.

Friedberg E., 1993. Le pouvoir et la règle. Paris, France, Le Seuil, 405 p.

Ghertman M., 1981. La prise de décision. Paris, France, PUF, 397 p.

Grémion P., 1976. Le pouvoir périphérique. Paris, France, Le Seuil, 478 p.

Ladrière J., 1983. Système (épistémologie). In : Encyclopaedia universalis, vol.15.

Mauss M., 1924. Essai sur le don. In : Sociologie et anthropologie. Paris, France, PUF, 1985, 482 p.

Pouillon F., 1984. Don. In : Encyclopaedia universalis, Le Savoir.

Stratégor, 1991. Stratégie-structure-décision-identité. Paris, France, InterEditions, 511 p.

Rosnay J. de, 1975. Le macroscope. Paris, France, Le Seuil.

Worms J.P., 1966. Le préfet et ses notables. Sociologie du travail, 3 : 249-276.

Les caisses de crédit, une nouvelle forme d'organisation rurale au Nord-Vietnam

Bousquet Daniel
GRET, 213, rue La Fayette, 75010 Paris, France

Résumé

Au Nord-Vietnam, une majorité de paysans sans garanties matérielles n'a pas accès au crédit bancaire. Le programme Fleuve Rouge expérimente la mise en place de caisses de crédit gérées directement par les emprunteurs et basées sur un système de caution solidaire. L'adaptation du système proposé aux besoins des agriculteurs est une première condition pour assurer le succès des caisses. L'appropriation par les emprunteurs, et notamment les relations des comités de crédit avec l'équipe de recherche et avec les autorités locales (coopérative, comité populaire, parti communiste), semble essentielle. L'approche volontairement interventionniste permet de contribuer à une meilleure connaissance des familles paysannes par les équipes de recherche.

Abstract

Village Credit Schemes: A New Form of Rural Organization in Northern Viet Nam

Most farms in northern Viet Nam have no access to bank credit because they lack collateral. The Fleuve Rouge program is testing a system of village credit schemes that are directly managed by borrowers. The schemes are based on group solidarity and moral guarantee. The success of the schemes depends on their suitability to farmers' needs; borrowers then have to develop their own schemes. Interaction between the credit committees, research team, and local authorities (cooperative, people's committee, communist party) is vital. A deliberately interventionist approach was adopted to allow the research team to gain a better understanding of the farmer families.

Introduction

A partir de 1988, les réformes économiques conduisent à la décollectivisation de l'agriculture vietnamienne. Les Vietnamiens sont à la recherche de nouvelles formes d'organisations paysannes, d'associations pour assurer les fonctions de service, d'encadrement ou de crédit qu'assuraient autrefois les coopératives.

L'accès au crédit est une contrainte importante pour la plupart des agriculteurs nord-vietnamiens.

En 1988-1989, 7 500 coopératives de crédit sont mises en place pour constituer un intermédiaire entre la Banque agricole et les paysans. Mais cette expérience se solde par un échec : taux de remboursement très faibles, corruption des responsables, détournements.

A partir de 1991, la Banque agricole reçoit pour mission de prêter directement aux populations rurales. Les résultats semblent encourageants et ce type de prêt progresse assez rapidement. Fin 1993, la Banque agricole touche au Nord-Vietnam 15 à 20 % des familles rurales. Il s'agit de prêts relativement importants, 700 000 à 800 000 dongs en moyenne (70 à 80 USD), qui sont accordés sur un an à des taux d'intérêt de 2,5 à 3 % par mois selon les régions. La Banque agricole demande des garanties matérielles et une caution des autorités locales.

L'action de la Banque agricole est donc limitée par le type de clientèle qu'elle peut toucher (agriculteurs aisés présentant des garanties matérielles) et par ses capacités de gestion : il lui sera sans doute difficile de dépasser 20 à 30 % des familles.

Les paysans "moyens et pauvres" ne présentant pas de garanties suffisantes sont essentiellement dépendants des systèmes d'usure dont les taux d'intérêt varient de 5 % par mois dans le delta du fleuve Rouge à 10-15 % par mois dans les zones de collines ou de montagnes.

Aussi, pour donner à la majorité des paysans les moyens de maîtriser et de lever la contrainte de l'accès au crédit, une équipe de recherche du programme Fleuve Rouge (GRET-MAE) a souhaité expérimenter dans ce domaine en initiant la création de caisses de crédit locales gérées directement par les emprunteurs.

L'objectif de cette expérimentation est double :

- proposer un nouveau système de crédit accessible aux paysans ne présentant pas de garanties matérielles qui soit durable et reproductible ;

- montrer qu'une organisation rurale gérée directement par les agriculteurs peut être efficace et que les seules formes d'association possibles au Vietnam ne sont pas les coopératives et les organisations de masse.

Les modalités du système sont les suivantes (Gentil,1992) :

- des prêts plafonnés à 200 000 dongs (20 USD) en première année afin d'écarter les paysans aisés ayant besoin d'une grosse somme et pouvant emprunter à la Banque ;
- un libre choix de l'emprunteur pour l'utilisation de l'argent mais une présentation de son projet avant l'attribution du prêt ;
- un remboursement échelonné sur un an en 25 échéances : 9 400 dongs tous les 15 jours pour un prêt de 200 000 dongs (calcul des intérêts sur capital restant dû) ;
- une garantie morale : le crédit n'est accordé que si les individus ont constitué un groupe de solidarité de cinq personnes ;
- un taux d'intérêt identique à celui de la Banque agricole (2,5 à 3 % par mois) pour éviter toute concurrence ; le taux d'intérêt permet de maintenir la valeur du capital en couvrant l'inflation et les frais de gestion ;
- des formalités simples et compréhensibles.

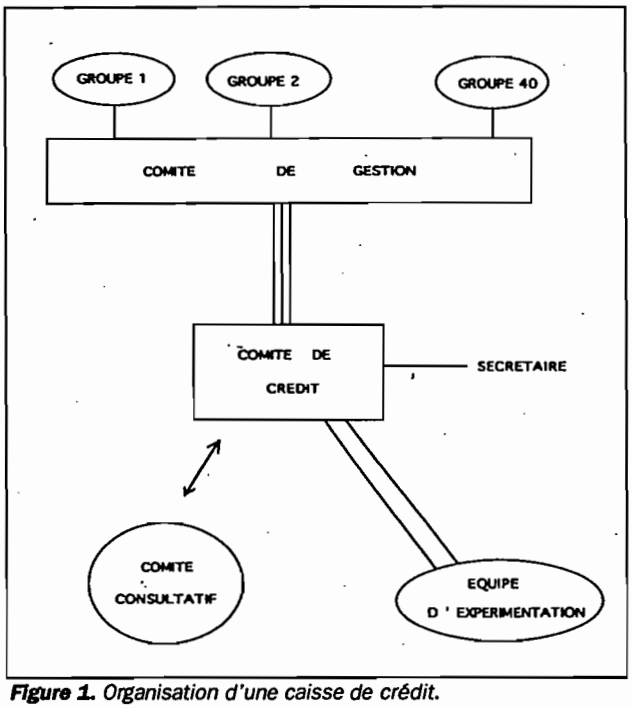


Figure 1. *Organisation d'une caisse de crédit.*

L'organisation des caisses (Gentil, 1992) repose sur les groupes de solidarité de cinq personnes (figure 1).

Ils sélectionnent les emprunteurs (autosélection), servent de garantie en cas de difficulté de remboursement (aide, pression sociale, suppression du crédit au groupe).

Les différents représentants des groupes constituent le comité de gestion de la caisse qui se réunit au moins une fois chaque année pour faire l'évaluation des activités de la caisse et proposer d'éventuelles modifications, recruter le secrétaire et fixer son salaire, élire trois délégués pour le comité de crédit.

Le comité de crédit vérifie la qualité des groupes et décide de l'octroi des prêts.

Le secrétaire tient à jour les documents comptables et assure le remboursement. Il a la clé du coffre-fort, n'emprunte pas à la caisse mais en est salarié.

Le comité consultatif est composé de représentants des autorités locales. Il donne son avis sur la qualité et le sérieux des groupes constitués et est régulièrement informé des crédits octroyés et de leur récupération.

L'équipe d'expérimentation aide au fonctionnement des différents comités, assure le travail préparatoire à l'ouverture d'une caisse et le suivi.

Au démarrage de l'expérimentation, beaucoup de questions restaient posées.

Après l'échec des coopératives de crédit, la proposition d'un système de crédit reposant sur la confiance, la solidarité, la responsabilité mutuelle se heurte au scepticisme des autorités mais aussi parfois des agriculteurs eux-mêmes.

D'autre part, les associations n'ayant pas pour l'instant de statut légal, les autorités locales n'allaient-elles pas se sentir remises en question par ce nouveau type d'organisation et le rejeter ?

Aussi pour évaluer les résultats de l'expérimentation, on ne peut se contenter des taux de remboursement. Il faut chercher à identifier les différentes conditions du succès ou des échecs et donc estimer dans quelle mesure le système est adapté aux agriculteurs, préciser le degré d'appropriation de la caisse par les emprunteurs et donc leurs relations avec l'équipe de recherche et avec les autorités locales. Puis, dans un troisième temps, nous chercherons à voir comment cette approche peut contribuer à l'acquisition de nouvelles connaissances par les équipes de recherche du programme Fleuve Rouge.

Nous allons nous appuyer sur les résultats issus de la mise en place et du suivi de dix caisses du programme Fleuve Rouge (PFR) ainsi que sur ceux de neuf autres caisses mises en place et suivies par le PFR pour le compte du Secours populaire français.

Les caisses sont réparties sur quatre districts présentant des caractéristiques agro-écologiques différentes (figure 2) :

- Nam Thanh : cœur du delta, zone assez riche, deux cultures de riz et une culture sèche par an, élevage porcin, forte densité de population (1 000 hab./km^2) ; trois caisses ; 390 emprunteurs ;
- Tam Dao : tête du delta, début des collines, manioc et jardins fruitiers sur les collines ; quatre caisses ; 400 emprunteurs ;
- Vinh Lac : tête du delta, riziculture, élevage, pisciculture ; neuf caisses ; 1 225 emprunteurs ;
- Thanh Hoa : collines productrices de thé, manioc, riziculture dans les bas-fonds ; trois caisses ; 450 emprunteurs.

Un système adapté ?

Les modalités

Ce type de crédit est caractérisé par un faible montant ainsi que par des remboursements échelonnés. Il suppose que les emprunteurs potentiels aient de multiples activités qui leur procurent des revenus fréquents. C'est le cas général dans les zones où se déroule l'expérimentation mais c'est

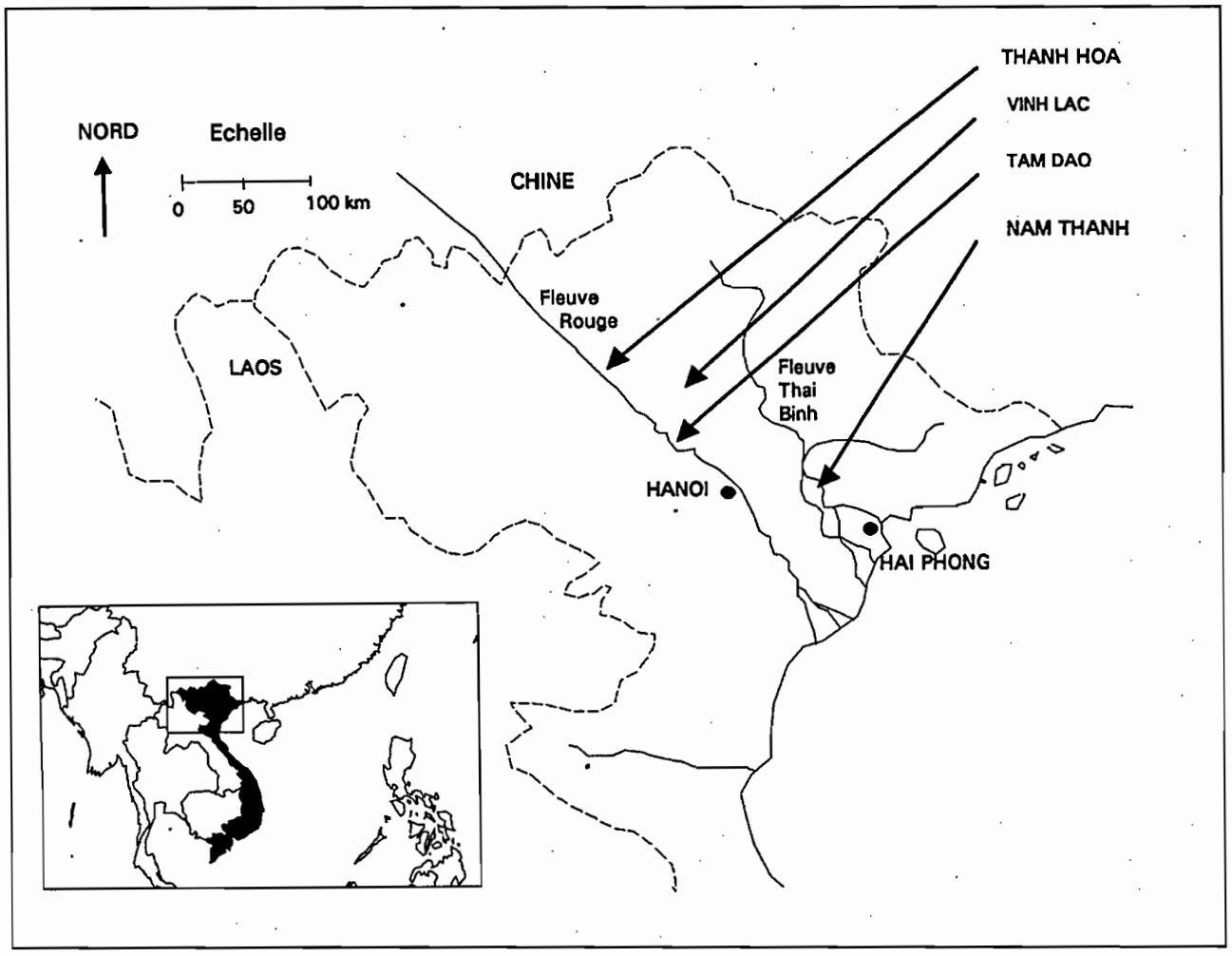


Figure 2. *Carte du Nord-Vietnam.*

particulièrement vrai dans les zones de collines productrices de thé (la cueillette se fait deux fois par mois).

En revanche, le besoin d'un petit crédit est variable. Il dépend bien sûr du niveau de vie des agriculteurs dans les communes concernées mais aussi de la politique locale de la Banque et des taux d'usure pratiqués.

L'organisation

Elle repose sur des solidarités intra- mais aussi intergroupes.

Les relations à l'intérieur des groupes

Les groupes sont en général constitués de membres d'une même famille, frères, sœurs, père, fils, cousins, ou parfois de voisins. Les groupes sont souvent les mêmes que pour les groupes de buffles (familles possédant un buffle en commun pour les travaux de préparation du sol). Le groupe reprend donc des solidarités existantes : famille proche et groupe d'entraide.

Dans les faits, on observe au sein des groupes des avances d'argent en cas de retard occasionnel de l'un des membres. En cas de problème grave (non-remboursement de plusieurs échéances), le groupe constitue une force de pression sur l'emprunteur récalcitrant surtout si les membres restants souhaitent réemprunter l'année suivante...

Le niveau économique des emprunteurs au sein d'un groupe n'est pas homogène. Le représentant choisi est en général la personne la plus aisée du groupe, celle qui peut se permettre d'avancer de l'argent en cas de retard, celle qui a le plus d'autorité sur les membres.

Le fonctionnement du comité de gestion et du comité de crédit

Dans certaines caisses (Hoang Hoa, Gia Khanh), 60 à 80 % des emprunteurs appartiennent au même lignage. Ceci aurait tendance à confirmer la remontée actuelle de l'influence des lignages dans l'organisation sociale (M. Bousquet, comm. pers.).

Du fait de l'hétérogénéité économique des groupes, le comité de gestion n'est pas forcément représentatif de l'ensemble des emprunteurs. Cela peut se traduire par des intérêts contradictoires pour certaines modalités. Les chefs de groupes plus aisés peuvent préférer rembourser mensuellement alors que les plus pauvres auront davantage de facilités à rembourser une plus petite somme tous les 15 jours. Mais, dans les caisses fonctionnant bien, le comité de crédit prend en compte ces divergences. A Thai Ninh, après s'être plaint pendant un an des échéances jugées trop rapprochées, le comité de gestion a finalement jugé préférable de ne pas modifier les règles du jeu pour faciliter le remboursement du plus grand nombre.

Les trois personnes du comité de crédit se répartissent en général les groupes selon leur aire d'influence géographique et se chargent de leur rappeler la date de remboursement.

L'adaptation du système proposé se mesure aussi au nombre de groupes souhaitant emprunter. Il augmente en général très rapidement dès l'ouverture de la caisse.

Un système approprié ?

Les caisses ne peuvent être appropriées par les emprunteurs que si elles sont adaptées. Mais d'autres facteurs comme l'habileté du cadre chargé de l'expérimentation sont essentiels.

L'appropriation se traduit par la capacité des emprunteurs à transformer le système et par l'indépendance du comité de crédit face à l'équipe d'expérimentation et face aux autorités locales.

La capacité à transformer le système

A la fin de la première année, une assemblée générale fait le bilan moral et financier de la caisse. Chacun est invité à proposer des améliorations du système.

Les transformations effectuées concernent :

- le rôle du représentant : il doit maintenant organiser le remboursement pour qu'une personne vienne rembourser pour les cinq ;
- les échéances de remboursement : à Nam Thanh, on passe à un remboursement mensuel ; à Thai Ninh à un double système : mensuel pour les retraités, bimensuel pour les autres ;
- le choix de la date de remboursement : du calendrier solaire on passe au lunaire, plus facile à mémoriser pour les emprunteurs ;
- la création d'un fonds d'assurance à Nam Thanh, alimenté par cotisations et utilisable en cas de maladie grave ou de décès ;
- l'augmentation du plafond des prêts à 300 000 dongs pour les emprunteurs ayant fait leurs preuves en première année.

Les relations avec l'équipe d'expérimentation

En ce qui concerne les modifications souhaitées par les emprunteurs, l'équipe de recherche a un rôle ambigu. Tout en aidant les caisses à fonctionner, elle limite la liberté du comité de gestion dans les transformations : pas d'augmentation brutale du plafond des prêts, pas de réduction abusive du taux d'intérêt.

En fait, l'équipe d'expérimentation fixe des limites à l'intérieur desquelles les emprunteurs sont libres d'innover.

L'indépendance face à l'équipe de recherche s'apprécie à travers le déroulement des réunions du comité de gestion ou de crédit. En début d'expérimentation, les cadres font l'ordre du jour et animent les réunions. Petit à petit, les chercheurs deviennent des invités et le secrétaire fixe l'ordre du jour, mène les débats et rédige un compte rendu.

Le fonctionnement autonome du comité de crédit est un critère d'appropriation. Dans les collines où l'appropriation s'est faite rapidement, dès qu'un problème apparaît dans le remboursement, le secrétaire et le comité de crédit trouvent la solution avec l'emprunteur. L'équipe d'expérimentation n'intervient pas.

Les relations avec les autorités locales : coopérative, parti, comité populaire

Le comité consultatif a été créé pour écarter les autorités de la gestion de la caisse tout en les associant à l'émergence de ce nouveau type d'organisation.

Dans toutes les communes, les autorités ont donné le feu vert à l'expérimentation et ont respecté le fonctionnement des caisses.

Cependant, l'influence du comité consultatif sur le comité de crédit et le secrétaire est plus ou moins grande selon les cas.

Les relations entre comité de crédit et comité consultatif

Il faut en général quelques mois au comité de crédit pour acquérir son indépendance, notamment dans l'appréciation de la qualité des groupes. Cette indépendance est d'autant plus nette que la coopérative est en perte de vitesse.

Les relations avec le comité populaire peuvent aller de la non-ingérence à une certaine coopération. A Thai Ninh, un emprunteur ayant plusieurs échéances de retard était insensible aux pressions du comité de crédit. Le secrétaire a alors saisi le comité populaire. L'emprunteur a été convoqué par le président du comité populaire et a remboursé aussitôt après.

Le secrétaire

C'est une personne clé dans le fonctionnement de la caisse. Il est choisi par le comité de gestion parmi les habitants non emprunteurs du village. C'est en général quelqu'un qui a ou qui a eu des responsabilités : ancien comptable, ancien chef de brigade, personne chargée de distribuer les retraites, chef de quartier, chef de famille, correspondant de la Banque agricole...

On remarque que plus le secrétaire a des activités proches de la coopérative ou du comité populaire, moins il s'investit dans le fonctionnement de la caisse et plus le comité de crédit a du mal à s'affranchir du comité consultatif. A Hoang Hoa 1, le secrétaire cumule les fonctions : chef de quartier, secrétaire du parti pour son quartier, correspondant de la Banque. Il remplit très mal ses devoirs de secrétaire : comptes mal tenus, souci de faire rentrer les impôts plutôt que les remboursements à la caisse, publicité pour la Banque qui lui paye une commission pour tout prêt effectué.

Malgré un vote à bulletin secret, les emprunteurs se sentent parfois obligés de choisir le chef de brigade ou de quartier, surtout dans les communes où la coopérative est encore puissante.

L'émergence d'un nouveau pouvoir local ?

Dans les communes où l'appropriation est la meilleure (caisses de Thai Ninh, Ninh Dan, Dong Lynh dans les collines), les comités de crédit et les secrétaires voient les caisses comme une nouvelle forme de pouvoir venant remplacer les coopératives en perte de vitesse. Le secrétaire très sollicité par les agriculteurs a une position qui devient socialement plus intéressante que celle de directeur de la coopérative.

Tableau I. Caractéristiques et résultats des caisses de crédit.

Zones		Nam Thanh (delta)	Tam Dao (zone intermédiaire)		Thanh Hoa (collines)
Caisse		Co Phap An Diên Thai Tân	Hoang Hoa I	Hoang Hoa II Hoan,g Lau Gia Khanh	Thai Ninh Ninh Dân Dông Lynh
Adaptation du système	Sources de remboursement	Volailles, petit commerce	Volailles, fruits, bois de chauffe		Thé, volailles, bananes
	Besoins en petit crédit	?	+	+	+
	Nombre de groupes en attente	+	0	+	+
Appropriation du système	Transformation du système	+			+
	Autonomie par rapport à l'équipe d'expérimentation	+	0	+	++
	Indépendance par rapport aux autorités	+	0	+	++
	Secrétaire	+	-	+	+
Taux de remboursement à l'échéance		98 à 100 %	85 %	100 %	100 %

A Ninh Dan, où il existe une communauté bouddhiste et une catholique, les catholiques ont toujours été écartés du poste de directeur de coopérative (O. Tessier, comm. pers.). Le secrétaire, catholique, est un ancien membre du bureau de la coopérative qui a été écarté. La caisse se développe essentiellement dans les quartiers catholiques. Elle est ici un instrument de revanche pour le secrétaire.

A Thai Ninh, le comité consultatif n'est plus que l'invité du comité de crédit lors des réunions de bilan.

Les caisses souhaitent prendre quelques fonctions autrefois assurées par les coopératives comme l'aide à une famille en difficulté.

Le tableau I montre qu'il existe une corrélation forte entre l'adaptation du système, le degré d'appropriation des caisses et les taux de remboursement. Ceci tendrait à prouver que c'est bien l'originalité du système, les modalités de remboursement et surtout l'autogestion des caisses qui sont les conditions du succès.

Aussi dans le travail préparatoire à la mise en place des caisses est-il essentiel d'insister sur ces aspects. Pour cela, l'équipe du PFR a mis au point un certain nombre d'étapes.

Les discussions avec les autorités permettent d'obtenir leur accord de principe. L'information des agriculteurs se fait grâce à des réunions de discussion organisées directement chez les paysans et non pas chez le chef de brigade ou à la coopérative. Du temps est laissé aux agriculteurs pour réfléchir à l'intérêt du système avant d'emprunter.

L'expérimentation crédit : un moyen de connaissance pour les équipes de recherche

Le suivi des emprunteurs, l'étude des objets de prêt, de leur rentabilité économique et des sources de remboursement mettent en évidence les stratégies des agriculteurs en matière d'investissement.

Cette analyse souligne un certain nombre de points.

- Les deux tiers des emprunteurs investissent la totalité ou au moins une partie du prêt dans l'élevage et dans la majorité des cas dans l'élevage porcin (achat de porcelets ou de nourriture). Pourtant, le calcul des valeurs ajoutées (VA) monétaires montre que l'élevage porcin n'est pas l'activité la plus intéressante : 240 000 à 340 000 dongs de VA pour un porc dans le delta et 400 000 à 500 000 dongs, pour les cultures sèches par exemple.
  Le porc a deux intérêts principaux : il représente grâce à la production de fumier une source de fertilisation essentielle pour les cultures ; sa vente procure une somme importante, 500 000 à 700 000 dongs, qui permet de régler les plus grosses dépenses d'une famille que sont la construction d'une maison en dur, les impôts et les cérémonies comme les mariages et les funérailles.
- L'élevage de volaille représente une activité non négligeable pour les paysans puisque 10 à 30 % des emprunteurs y investissent leur prêt et qu'il est dans toutes les régions une des principales sources de remboursement.
- La prédominance des cultures de rente (ail, échalote et pomme de terre dans le delta, thé dans les collines) sur la riziculture. Celle-ci assure l'autosubsistance de la famille et est très peu représentée dans les objets de prêt. En revanche, les cultures sèches dans le delta et le thé dans les collines sont bien représentés.
  De plus, le thé est dans la zone de collines la première source de remboursement. Il constitue un apport monétaire régulier à ne pas négliger dans l'analyse de l'économie des familles.

Ces constats ont donc conduit à orienter certains aspects du travail des équipes de recherche du PFR.

Une étude multidisciplinaire concernant le fumier a été lancée. Elle permettra de préciser l'intérêt de l'élevage porcin.

Le groupe élevage réalise un diagnostic volaille pour mieux identifier les contraintes de cette activité.

Le groupe culture dont les suivis et les expérimentations agronomiques concernaient jusqu'à présent exclusivement la riziculture a cette année commencé un suivi agronomique des cultures sèches.

Le développement de la théiculture est une des orientations techniques choisies dans un projet de recherche et de développement expérimental de la zone de collines (amélioration de la qualité des semences et des techniques paysannes de transformation).

L'expérimentation menée par le PFR est encore récente. Elle a débuté mi-92 et concerne pour l'instant 20 caisses, soit 2 500 emprunteurs. Les résultats obtenus sont encourageants. Des caisses villageoises de crédit gérées directement par les emprunteurs présentent, à l'exception d'une, des taux de remboursement satisfaisants (plus de 98 % à l'échéance). Les modalités du système semblent adaptées et les caisses sont en voie d'appropriation par les emprunteurs. Cependant, seule une phase d'extension à l'échelle d'une province, 200 caisses, 30 000 emprunteurs, permettra de valider ces résultats, de tester la reproductibilité du système et de préciser les conditions institutionnelles de la généralisation d'un tel système.

Références bibliographiques

Albert D., 1992. *Crédit rural,premiers mois d'activité.* Hanoi, Vietnam, PFR-GRET, 45 p.

Bousquet D., 1993. *Crédit rural, rapport d'activité.* Hanoi, Vietnam, PFR-GRET, 28 p.

Gentil D., 1992. *Crédit rural, rapport de mission.* Paris, France, GRET, 19 p.

Gentil D., 1993. *Crédit rural, rapport de mission.* Paris, France, GRET, 22 p.

Gentil D., Fournier Y., 1993. *Les paysans peuvent-ils devenir banquiers ?* Paris, France, Syros-ateliers du développement, 271 p.

Systèmes de connaissances agricoles et organisations paysannes au Bénin : les limites des approches systémiques

Mongbo Roch L.[1] ; Floquet Anne[2]

[1]Université nationale du Bénin, Département de sociologie rurale de la Faculté des sciences agronomiques, BP 06-2564, Cotonou, Bénin

[2]Université de Hohenheim, projet UNIHO-IITA, BP 08-0932, Cotonou, Bénin

Résumé

Les approches systémiques considèrent les organisations paysannes comme potentiellement capables d'exercer des pressions sur les services de recherche et de vulgarisation afin que ceux-ci servent les intérêts des paysans. A partir d'études de cas au Bénin, les auteurs montrent que la logique des organisations paysannes est plus complexe et que les intérêts en jeu sont plus problématiques. De plus, les groupes d'intérêts qui se constituent dans le cadre des recherches-système et des opérations de développement rural correspondent très peu aux sous-systèmes tels que décrits par les modèles systémiques.

Abstract

Agricultural Knowledge Systems and Farmers' Organizations in Benin: Limitation of the Systems Approach

The systems approach holds that farmers' organizations are potentially capable of exerting pressure so that research and extension services serve their interests. The paper cites case studies in Benin to show the complex nature of the logic and interests of farmers' organizations. Systems-oriented research and rural development projects are often challenged by interest groups that have little in common with the subsystems described by systemic models.

Introduction

Dans la logique des approches systémiques, les organisations paysannes devraient jouer un rôle déterminant dans le processus de l'innovation technologique et influencer les programmes des grandes institutions et organisations formalisées (organismes de recherche, de vulgarisation et d'animation) impliquées dans le développement rural.

A la démarche linéaire descendante et dirigiste de transfert de technologies selon laquelle les chercheurs développent la technologie, les vulgarisateurs la transfèrent et les paysans l'utilisent, les approches de recherche-développement opposent ainsi une démarche interactive et itérative de diagnostic et d'expérimentation basée sur une analyse des systèmes de production et débouchant sur la mise au point d'innovations technologiques directement adaptées aux problèmes et conditions spécifiques de groupes homogènes de paysans *(recommendation domains)*. Cette démarche implique chercheurs-système, vulgarisateurs et paysans, et ce sont les situations spécifiques des paysans qui, de façon implicite, déterminent l'orientation de la recherche-système. Aussi les programmes de recherche-développement cherchent-ils souvent à s'assurer la participation de paysans individuels mais également parfois de groupes ou d'organisations paysans à leurs programmes, tant sur les parcelles d'expérimentation que durant les phases de diagnostic et d'évaluation.

Par ailleurs, à un niveau plus large, les théories dites des "systèmes d'information et de connaissances agricoles" remettent également en cause le schéma simpliste du "transfert de technologies" et analysent le développement et l'utilisation des connaissances techniques et organisationnelles dans le domaine agricole comme étant le produit, dans le cadre d'un système, des interactions entre quatre principaux types de sous-systèmes : l'éducation, la recherche, la vulgarisation et les utilisateurs des technologies et connaissances. L'ensemble opère dans un environnement politique et économique qui influence sa performance. Toutefois, deux facteurs principaux détermineraient l'aptitude du système à produire et diffuser des connaissances adaptées : d'une part le degré d'articulation et de synergie entre les différents sous-systèmes (qui détermine la fluidité de la circulation de l'information), d'autre part la capacité du sous-système des utilisateurs (les paysans) à exprimer une demande et à exercer des influences fortes et cohérentes sur les autres sous-systèmes pour que le système réponde à leurs besoins en connaissances. Pour cela, la nécessité pour les paysans de s'organiser en groupes de pression est souvent prônée (Röling, 1988 ; Röling et Engel, 1991).

Ainsi, tant à l'échelle des équipes de terrain de la recherche-développement travaillant sur les systèmes de production agricole qu'à l'échelle nationale et supranationale de décision et d'action pour la gestion des organisations et la consolidation des articulations entre les différentes composantes ou partenaires impliqués dans le développement rural, des théoriciens et praticiens des approches systémiques souhaitent voir les groupes et organisations paysans jouer un rôle important dans les processus formels d'innovation technologique. Pourtant, trois questions méritent d'être posées au préalable. Elles seront abordées dans la présente communication.

Les modèles systémiques proposent-ils un cadre conceptuel pertinent d'analyse des rapports entre les différents acteurs impliqués dans le développement et l'utilisation de l'innovation technologique et des connaissances, jouant un rôle dans le développement rural ?

Dans quelle mesure les innovations technologiques générées dans le cadre des opérations de recherche-développement sont-elles le résultat des actions ou pressions de groupes plus ou moins organisés de paysans ?

Enfin, peut-on espérer que les organisations paysannes agissant à l'échelle d'opérations spécifiques de recherche-développement puissent exercer des influences significatives sur l'ensemble de ce qu'il est convenu d'appeler le système d'information et de connaissances agricoles, afin que celui-ci serve des intérêts paysans ?

Ces questions seront discutées à partir de quelques expériences de programmes de recherche-développement et d'organisations paysannes au Bénin.

Recherche-développement et organisations paysannes au Bénin : le projet RAMR

Les approches systémiques ont inspiré plusieurs projets d'analyse des systèmes de production et de recherche-développement, de même que des réformes dans la structure des institutions de recherche et de vulgarisation à travers l'Afrique. Au Bénin, l'Institut national pour la recherche agricole (INRAB) a démarré plusieurs projets de recherche-développement au milieu des années 80 et créé une cellule centrale de recherche-développement[1]. Parallèlement, chacun des six centres régionaux de vulgarisation (CARDER : Centre d'action régionale pour le développement rural) a créé une division recherche-développement.

Le projet de Recherche appliquée en milieu réel est sans conteste celui qui a le plus marqué le milieu béninois de la recherche-système, de par sa durée, avec une approche qui s'est construite progressivement et qui s'est voulue de plus en plus participative (Koudokpon, 1992), et surtout en raison des résultats obtenus en matière de techniques de production et d'approche de recherche-développement. Les milieux béninois des interventions pour le développement rural lui reconnaissent un succès certain. Tout cela fait de ce projet un objet pertinent d'analyse dans le cadre de la présente communication.

Le projet RAMR a été initié par l'INRAB (à l'époque DRA : Direction de la recherche agronomique), dans le cadre de son programme d'expérimentation de la démarche de recherche-développement pour la génération et le transfert de technologies. Le projet bénéficie de l'appui financier du ministère néerlandais de la Coopération et de l'assistance technique du KIT (Koninklyk Institute Voor de Tropen) et de l'IITA (International Institute for Tropical Agriculture). Exécuté par une équipe autonome de chercheurs de l'INRAB en collaboration avec le CARDER Mono, le projet a démarré en 1986 dans le département du Mono, sur le plateau Adja et la dépression des Tchi, puis s'est étendu en 1990 à la savane arborée du nord du plateau.

Les essais agronomiques installés dès le début ont été complétés par des enquêtes socio-économiques en vue d'un diagnostic approfondi. Plus tard, les zootechniciens ont effectué des essais à la suite d'un diagnostic de l'élevage sur le plateau. Des chercheurs de toutes les disciplines importantes de l'INRAB (agronomie, puis socio-économie, et enfin zootechnie) ont donc été détachés pour constituer l'équipe du projet.

L'équipe du RAMR semble avoir développé dans le cours de l'action une démarche centrée sur l'amélioration des systèmes de production paysans, à partir de l'identification de leurs contraintes, de l'analyse de ces contraintes et de la mise en place d'essais de "recherche adaptative à la ferme". Les premières idées simplistes selon lesquelles les chercheurs vont mettre au point une ferme-modèle (Mongbo, 1989) ont cédé la place à une démarche véritablement pluridisciplinaire au cours de laquelle des discussions approfondies avec des groupes de paysans et paysannes (groupes dits "fonctionnels"), sur diverses contraintes préalablement identifiées, ont pris une place importante (Koudokpon et Sprey, 1991). Ainsi l'équipe a-t-elle progressivement découvert la complexité des systèmes paysans. Dans ce processus, plusieurs innovations technologiques ont été élaborées et testées de concert avec les paysans dans différents domaines : redressement de la fertilité, choix de variétés, techniques culturales, stockage des grains, alimentation et santé animales, essais sur la jachère à pois d'angole, sur *Mucuna utilis*, essais variétaux sur le niébé, le soja, le maïs, système de jachère améliorée de manioc, etc.

Pourtant, bien que les équipes impliquent fortement les paysans dans leur démarche, on ne peut pas chercher les facteurs de réussite du RAMR du côté des pressions réelles ou potentielles qu'auraient exercées des organisations ou groupes paysans sur le programme. La participation des paysans aux divers essais est individuelle, et se négocie parfois sur la base du volontariat. Certes, des assemblées et ré-

[1] Les principaux projets de recherche-développement conduits dans le cadre de l'INRAB sont le projet SAFGRAD (Semid-Arid Food Grain Research and Development) de l'Organisation de l'Unité africaine, dans le Nord-Bénin, le projet de Recherche-Développement dans le département du Zou, et le projet de Recherche appliquée en milieu réel (RAMR), dans le département du Mono. D'autres programmes d'analyse des systèmes de production paysans ont été conduits, sans lien fonctionnel avec l'INRAB. Il s'agit de l'Etude des systèmes de culture traditionnels (ESYCTRA), du CARDER-Atlantique, et du projet d'analyse des systèmes de production agricoles de la Faculté des sciences agronomiques de l'Université nationale du Bénin, conduit dans le département du Mono.

unions de groupes sont parfois organisées pour des démonstrations ou des discussions d'approfondissement d'un diagnostic ou pour des évaluations, mais ces groupes gardent un caractère informel et le projet n'a pas cherché à en susciter une quelconque structuration. Les discussions entre animateurs (agents de terrain) et groupes de paysans en vue d'approfondir l'analyse sur des contraintes préalablement identifiées sont devenues systématiques après 1990, quand les activités du projet se sont étendues à la zone de la savane. Comme l'indiquent les chercheurs impliqués, *"les groupes (un par hameau) ont un caractère ouvert et les participants n'ont aucune obligation d'y participer... Souvent, des paysan(ne)s qui n'étaient pas inscrit(e)s ont également participé"* aux discussions (Koudokpon et Sprey, 1991). En clair, il s'agit de groupes informels, à "géométrie variable", contribuant occasionnellement à la mise en place d'essais sur des contraintes préalablement identifiées.

Il apparaît aussi que les contraintes faisant l'objet des recherches adaptatives sont un compromis entre les besoins prioritaires des paysans, les compétences disponibles au sein de l'équipe et les expériences antérieures du projet (Mongbo et Floquet, 1993). Tout ceci a débouché sur le développement de paquets technologiques pertinents mais ne couvrant qu'une partie de la gamme des contraintes rencontrées par les paysans. Dans la réalisation d'un tel compromis, les catégories de paysans les plus influentes et les plus prêtes à saisir les opportunités qui émergent s'approprient les "avantages" liés aux interventions, y compris ceux des recherches adaptatives. Cette capacité à se saisir des opportunités dépend du statut économique des intéressés mais aussi des constellations politiques locales. Les catégories socio-économiques marginales ont peu de possibilités de se porter volontaires pour conduire des essais sur une longue période et sont exclues des essais supposant un droit d'usage à long terme sur la terre[2]. Mais, par ailleurs, certains groupes peuvent tenter de s'approprier les activités du projet et monopoliser les contacts que celles-ci permettent de nouer, afin de renforcer leur statut social et leur position politique dans le village[3].

L'équipe du projet n'a pas cherché à amener les groupes de discussion à se structurer. Elle n'a objectivement pas beaucoup de raisons pour le faire et, du reste, cela aurait alourdi les contacts entre agents de terrain et paysans intéressés par les essais, aurait de surcroît présenté le risque de renforcer la position de paysans déjà influents, tel que cela s'est déjà produit lors des tentatives de promotion d'organisations paysannes pour le développement rural.

Organisations paysannes et projets de développement

Diverses formes de groupements paysans ont été suscitées au Bénin, de la période coloniale à nos jours : les SIP (Sociétés indigènes de prévoyance) pour drainer une épargne paysanne obligatoire, les coopératives d'aménagement rural, les groupements révolutionnaires à vocation coopérative et les Clubs 4D pour une production agricole collective "moderne", les groupements villageois pour l'approvisionnement en intrants et la commercialisation des produits, etc. Dans la presque totalité des cas, ces groupements ont été suscités par les organismes d'intervention ou de financement dans le cadre d'opérations de développement rural, avec pour objectif déclaré la défense des intérêts des paysans. Des analyses historiques critiques montrent que les innombrables changements dans la forme d'organisation paysanne révèlent l'habileté des bureaucrates à adapter leurs discours à ceux des décideurs politiques et des bailleurs de fonds, sans céder des parcelles significatives de leurs pouvoirs et privilèges aux paysans (Daane et Mongbo, 1991). Par ailleurs, les mêmes études et plusieurs autres ont révélé que les priorités établies par les organisations paysannes sont souvent celles de la minorité des responsables plutôt que celles de la majorité (Tossou 1993). Enfin, les interfaces entre paysans et intervenants sont complexes et dynamiques (Long, 1989) et des alliances d'intérêts se forment souvent entre agents d'intervention et élites responsables des groupements plutôt qu'entre ces dernières et la majorité des paysans (Mongbo, 1989, 1994).

Modèles systémiques, organisations paysannes, changement technologique et développement rural

Les modèles systémiques analysant les interactions entre institutions engagées dans les processus de développement et de diffusion de technologies comportent plusieurs variantes. En particulier, la "tendance dure" (*hard system approach*), influencée par les modèles descendants et dirigistes de transfert de technologies, aboutit à la réification de systèmes de connaissances dans lesquels les sous-systèmes sont réduits à des catégories figées et prédéfinies (paysans, chercheurs et vulgarisateurs, ou leurs organisations respectives), comme si ces sous-systèmes avaient des logiques internes de fonctionnement propres et des caractéristiques particulières qui les distinguent a priori, de manière significative, les uns des autres. De plus, ces modèles supposent de façon implicite que les sous-systèmes sont à même d'harmoniser leurs fonctionnements respectifs afin que l'ensemble du système fonctionne de façon synergique à

[2] Sur le plateau Adja et dans la savane, de nombreuses catégories de paysans ont un statut foncier précaire, particulièrement les femmes et les jeunes, les métayers, les locataires et les emprunteurs de terre. Par ailleurs, les femmes chefs de ménage, les paysans dont la plupart des champs sont inondés et ceux qui sont confrontés à des problèmes de soudure et qui sont contraints à l'endettement, au salariat agricole et aux migrations saisonnières ont peu de temps à consacrer à des activités annexes comme les expérimentations (Floquet *et al.*, 1991).

[3] Il convient de remarquer que les catégories socio-politiques qui s'approprient ces opportunités varient d'un lieu à un autre, en fonction du statut accordé dans le village à l'intervention en question. Ainsi, il n'est pas impossible que ce soient des marginaux qui, dans un premier temps, puissent être impliqués dans des essais de non-utilisation d'engrais chimiques alors que de telles applications d'intrants externes (engrais et pesticides) constituent en elles-mêmes un signe de "civilisation" ou de progrès. Bien entendu, la situation changera dès que les gains de l'opération seront manifestes.

la poursuite d'un objectif commun de développement. Dès lors, il sera tout au plus nécessaire de réorganiser ces différentes organisations et leurs attributions et de conscientiser leurs membres sur les objectifs du système. Il s'agit en définitive d'une perception instrumentaliste des systèmes humains, qui parviendraient à un consensus statique. Dans cette conception, non seulement les situations conflictuelles sont sous-estimées, mais encore les structures dynamiques qui émergent de ces conflits ne sont pas dignes d'intérêt ou sont occultées quand elles ne sont pas tout simplement perdues de vue.

Une autre variante des approches systémiques dite *soft systems approach* ou "systèmes mous" (Checkland, 1985, 1989), intègre les dimensions de conflits d'intérêts et de dynamique des groupes d'intérêts dans la démarche d'identification des sous-systèmes.

Elle définit des systèmes d'activité humaine (*human activity systems*) dans lesquels différents groupes d'intérêts sont en présence. Selon cette approche, les groupes d'intérêt en présence devraient pouvoir, sur la base de discussions et de négociations, parvenir à un consensus sur la nature du problème à résoudre et les sous-systèmes pertinents, parce que concernés par ce problème.

Pour les tenants d'une analyse systémique critique (*critical system analysis*), ce consensus n'est pas le résultat de discussions équitables mais reflète plutôt des positions différentes de pouvoir et des capacités inégales d'argumentation et de persuasion (Leewis, 1993).

Ainsi, alors que dans les domaines de la production ou des prestations de services (production agricole, approvisionnement en facteurs de production et commercialisation) des organisations paysannes pourraient se justifier, en matière de recherche-développement, la pertinence d'une structuration d'organisations paysannes n'est pas évidente. Les structures des systèmes de connaissances telles qu'elles sont identifiées par les approches présentées ci-dessus ne correspondent que très imparfaitement à la complexité des structures fonctionnelles générées par les acteurs dans l'intégration et la mise en œuvre d'innovations technologiques. En suivant à la trace une innovation, on se rend compte que son itinéraire se superpose rarement au circuit formel chercheur-vulgarisateur-paysan. Elle emprunte des multitudes de canaux sans cesse recombinés, impliquant divers acteurs et situations socioculturelles (compatriotes/collègues opérant dans des institutions très diverses, parents, commerçants, responsables de culte, marchés, cérémonies rituelles, etc. (cf. Mongbo, 1989, à propos du RAMR, et Floquet, 1994, au sujet de la diffusion des innovations dans le département de l'Atlantique au Bénin). Dans de tels contextes, des forums de discussions entre chercheurs et paysans, impliquant des groupes ad hoc de paysans ayant des problèmes similaires, ont au moins l'avantage de la souplesse dans la redéfinition régulière des groupes-cibles ("recommendation domains") du projet.

La démarche préconisée par la "soft system approach", qui consiste en la recherche d'un consensus entre des acteurs empiriquement identifiés bien que constituant une amélioration en matière d'identification de systèmes pertinents, ne semble pas très opérationnelle non plus. En effet, dans un contexte de recherche-développement, des acteurs tels que les bailleurs de fonds, les chercheurs, les vulgarisateurs, les paysans, etc., n'ont pas forcément d'enjeux communs pour tenter de se rencontrer à un niveau significatif de décision. La manifestation des problèmes de technologie agricole constitue rarement un enjeu commun entre paysans qui justifie la constitution de groupes d'intérêts stables. Aussi, si des organisations paysannes développent des stratégies en vue d'influencer les programmes de recherche et les systèmes d'information et de connaissances agricoles, il faudra rester attentif aux phénomènes d'extraversion des élites paysannes, qui souvent chercheront à s'approprier les avantages et les ressources auxquelles ces organisations donnent accès.

Références bibliographiques

Checkland P., 1985. Achieving desirable and feasible change : An application of Soft System Methodology. Journal of Operation Research, 36 (9) : 821-831.

Checkland P., 1989. Soft system methodology. Human Systems Management, 8 : 273-289.

Daane J., Mongbo R.L., 1991. Peasant influence on development projects in Benin. A critical analysis, Genève-Afrique, 29 (2) : 50-76.

Floquet A., 1994. *Dynamique de l'intensification des exploitations au sud du Bénin et innovations endogènes : un défi pour la recherche agronomique.* Dissertation, université de Hohenheim, Stuttgart, Allemagne, 425 p.

Floquet A., Mongbo R.L. *et al.*, 1991. *Rapport de l'atelier sur les méthodes du diagnostic-évaluation rapide du 13 au 27 janvier 1991 à Lokossa.* Cotonou, Bénin, FSA/UNB, 160 p.

Koudokpon V., 1992. *Pour une recherche participative. Stratégie et développement d'une approche de recherche avec les paysans au Bénin.* Amsterdam, Pays-Bas, KIT, 96 p.

Koudokpon V., Sprey L., 1991. *Les acteurs de la recherche-développement : cas de la recherche appliquée en milieu réel au Bénin.* Lokossa, Bénin, RAMR/DRA, 32 p.

Leewis C., 1994. *Of computers, myths and modelling. The social construction of diversity, knowledge, information and communication technologies in Dutch horticulture and agricultural extension.* Thesis, University of Wageningen, Wageningen, Pays-Bas, 468 p.

Long N., 1989, *Encounters at the interface : a perspective on social discontinuities in rural development.* Wageningen, Pays-Bas, The Agricultural University, 265 p. (Wageningen studies in sociology, 27)

Mongbo R.L., 1989. *Structural ignorance and knowledge networks in a FSR project : the case of cowpea in the Mono province.* M.Sc. Thesis, Wageningen Agricultural University, Wageningen, Pays-Bas, 160 p.

Mongbo R.L., 1994. La dynamique des organisations paysannes et la négociation quotidienne du développement rural à la base : une étude de cas au Bénin. *In : Les associations paysannes en Afrique : organisation et dynamiques*, J.P. Jacob et P. Lavigne Delville éd., Paris, France, Karthala, p.135-153.

Mongbo R.L., Floquet A., 1993. Démarches de diagnostic rapide : des expériences de participation au Bénin. Les Cahiers de la recherche-développement (33) : 49-60.

Röling N., 1988. *Extension science. Information systems in agricultural development.* Cambridge, Cambridge University Press, 233 p.

Röling N., Engel P., 1991 Information technology from a knowledge system perspective : concepts and issues. Knowledge in Society, 3 (3) : 19-27.

Tossou C.R., 1993. Le groupement villageois : un cadre de participation communautaire au développement ou un instrument de réalisation d'intérêts individuels et conflictuels. Bulletin de l'APAD, 5 : 13-21.

Dynamique locale d'innovation : organisation et démarche des acteurs

L'expérience de San Dionisio au Nicaragua

Gerbouin Pierre
PRODESSA, 9 bis, rue de la Plaine, 78320 La Verrière, France

Résumé

L'idée à l'origine de l'expérience de San Dionisio naît du constat d'échec du système national de vulgarisation et de promotion des coopératives. Le PRODESSA, créé pour l'occasion, se propose d'expérimenter dans cette région une approche qui permette l'émergence d'un développement local et d'en accompagner la dynamique. Les acteurs en présence sont très différents les uns des autres en termes d'intérêts, de pouvoirs et de connaissances. Malgré cela, la dynamique a permis de les associer et de les amener à coopérer pour identifier des problèmes et les traduire en questions traitables, pour mettre en œuvre des stratégies permettant d'y apporter une réponse et les évaluer. L'organisation et la démarche dont ils se sont dotés peu à peu pour atteindre ces objectifs sont devenus de véritables outils pour l'action. Quelques enseignements sur l'innovation et sa gestion, les organisations paysannes face au désengagement de l'Etat et la construction de la demande sociale peuvent être tirés de cette expérience.

Mots clés

Acteur, demande sociale, démarche, développement local, innovation, organisation rurale, processus social, recherche.

Abstract

Organization of Actors and Approach to Innovation at Local Level: The San Dionisio Experiment in Nicaragua

The San Dionisio experiment was undertaken following the failure of national extension services and cooperatives to meet the needs of farmers. The nongovernmental organization PRODESSA, which was created to conduct the experiment, aims to test and support an approach that will stimulate local development. The actors involved in this effort differ widely in their interests, power, and knowledge. The experiment has, however, succeeded in mobilizing them to cooperate in the identification of problems, their translation into concrete issues, and the implementation and evaluation of strategies to counter the problems. The organization and approach adopted to attain the objectives have gradually become effective tools for action. This experiment offers valuable lessons on innovation management, emergence of farmers' organizations in response to state disengagement, and rise of social demand.

Introduction

C'est en 1985 que naît l'idée à l'origine de l'expérience analysée dans cette communication. Après deux ans d'activité au sein du ministère de l'Agriculture, ses initiateurs en arrivent au constat suivant : les services de promotion des coopératives et de vulgarisation agricole ne répondent pas aux attentes des agriculteurs. Ces derniers ont donc tendance à refuser les modèles de coopératives et les "paquets technologiques" qui leur sont proposés sans que l'on puisse incriminer, comme le prétend le ministre de l'Agriculture de l'époque, leur esprit *"individualiste, étroit, rudimentaire et primitif (...) potentiellement réactionnaire"* (Gerbouin, 1986). Les responsables politiques de Matagalpa-Jinotega, l'une des sept régions du pays, confrontés alors à de graves problèmes sociaux en milieu rural, font le même constat mais hésitent au changement. L'absence de référence nationale pour une politique différente explique en partie leur position. L'idée d'une expérimentation est toutefois acceptée.

Une ONG, PRODESSA, est alors créée dont les objectifs sont les suivants : appuyer les dynamiques paysannes locales qui puissent assurer un développement durable équitable, produire des connaissances et des savoir-faire, mettre au point des propositions de méthode d'accompagnement, et contribuer ainsi au débat national sur le développement rural. Des conventions sont alors signées avec le ministère de l'Agriculture et deux universités.

San Dionisio : une petite région agricole en crise

Le bassin versant de San Dionisio, retenu pour tenter l'expérience, se situe à 30 km au sud-est de Matagalpa dans la cordillère centrale. Sa superficie est de 220 km^2 et il est habité par plus de 2 500 familles.

Le milieu physique est très hétérogène mais relativement favorable à l'agriculture : précipitations variant de 1 200 à 1 500 mm/an, altitude comprise entre 350 et 1 200 m, sols d'origine volcanique assez fertiles. Les familles se répartissent dans 18 hameaux correspondant le plus souvent à une unité géographique et sociale, dont la densité de population varie de 30 à 100 hab./km^2. Les infrastructures routières sont assez développées mais certains hameaux restent enclavés. L'accès à la terre est très inégal : 75 % des exploitations ont une superficie inférieure à 5 ha. Les familles cultivent du maïs et du haricot et parfois des légumes et des fruits. Celles possédant plus de 4-5 ha élèvent quelques bovins. Dans les grands domaines, la culture du café et l'élevage bovin extensif prédominent. Cette hétérogénéité agro-écologique et socio-économique définit une grande diversité de situations.

Quelle que soit leur taille et malgré leur enclavement apparent, ces exploitations sont fortement intégrées au marché. Leur situation économique est relativement bonne en 1987 du fait de la pénurie alimentaire et d'une politique agricole plutôt favorable. Les mesures d'ajustement structurel prises par les différents gouvernements à partir de 1988-89 et le retour à une paix relative à partir de 1990 vont alors fortement les affecter : l'Etat cesse de réguler le marché des grains, les frontières s'ouvrent aux importations, les subventions disparaissent, le crédit devient inaccessible pour plus de 75 % des exploitations, etc. Les marges s'effondrent, les familles réduisent alors leur consommation au minimum, les plus démunies cherchent à vendre leur force de travail. Dans les situations plus difficiles, la vente de quelques biens et parfois même d'un lopin de terre est inévitable.

Les acteurs de l'expérimentation et leur organisation

Nous utilisons le terme expérimentation car c'est bien ainsi qu'est conçue l'expérience. Il s'agit de favoriser l'émergence d'un développement local et d'en accompagner la dynamique mais personne ne sait exactement comment y arriver, même si les initiateurs vont être guidés dans leur action par quelques principes de base essentiels.

La participation et le niveau d'implication des différents types d'agriculteurs aux processus et l'organisation de l'ensemble des acteurs vont dépendre de nombreux facteurs, entre autres des objectifs que ces derniers vont se fixer et des stratégies qu'ils vont mettre en œuvre pour les atteindre. Un certain nombre de caractéristiques économiques et sociales de la petite région joueront aussi, notamment l'existence de réseaux et de groupements de base

Réseaux et groupements : un maillage dense de relations

Au sein des hameaux, les familles ont développé de nombreuses relations entre elles pour résoudre différents types de problèmes liés à la précarité de leur situation, à l'inégale répartition des facteurs de production et au développement incomplet du marché des biens et des services en milieu rural (Ampié *et al.*, 1990 ; Gerbouin, 1992). C'est d'abord aux parents proches puis à la famille élargie qu'elles s'adressent pour avoir accès à certains facteurs qui leur font défaut ou à un prêt d'urgence pour lesquels il n'existe pas d'offre organisée. Tous les problèmes sont rarement résolus à ce niveau, même pour les familles les plus aisées. Elles ont alors recours à des voisins, des amis avec lesquels elles entretiennent des relations personnalisées, créant ainsi de véritables réseaux de proximité. Au niveau du hameau, elles peuvent appartenir ou être en relation avec des organisations de base plus ou moins formelles : comité de parents pour l'école, comité du système d'adduction d'eau, comité d'entretien des chemins, coopérative agricole... Les premières garantissent l'entretien d'infrastructures et l'existence de certains services, elles sont dirigées par un groupe restreint mais sont capables de mobiliser la majorité des familles à certaines périodes de l'année. En 1987, les coopératives, quant à elles, permettent surtout l'accès au crédit proposé par la banque de développement, ce qui explique pourquoi près de 40 % des agriculteurs en sont membres, mais elles jouent aussi un rôle d'interface entre le hameau et les organismes de développement.

Tous ces réseaux et groupements forment un maillage dense de relations entre les familles au sein du hameau. Au-delà de leur fonction spécifique, ils constituent autant de canaux d'information d'autant plus importants que la majorité des familles n'a pas accès aux médias.

Les acteurs

Quels que soient le lieu et le niveau de son implication dans cette dynamique, l'individu agit en acteur, c'est-à-dire comme une personne disposant d'une certaine autonomie de pensée et d'action, capable, pour reprendre les termes de M. Crozier et E. Friedberg (1977), *"de calcul et de manipulations et qui s'adapte et invente en fonction des circonstances et des mouvements de ses partenaires"*. Nous distinguerons deux grands types d'acteurs en fonction de leur appartenance ou non au milieu rural considéré.

Les acteurs internes

Tous les agriculteurs de San Dionisio intéressés par un problème donné participent au processus d'innovation correspondant et sont donc considérés comme acteurs mais ils ne sont pas tous impliqués directement dans toutes les phases. Il s'agit essentiellement d'hommes et de femmes de quelques hameaux du nord au départ puis, au fur et à mesure que des actions concrètes sont mises en œuvre avec succès et que l'information circule, de l'ensemble de la zone (Gerbouin, 1992). Certains d'entre eux participent plus à l'analyse collective des problèmes et à l'élaboration d'alternatives, c'est-à-dire au niveau de "l'offre", et les autres, les usagers potentiels, les testent, les "retravaillent" et renvoient de différentes façons et par différents canaux des si-

gnaux aux premiers. Cette distinction est en fait arbitraire : certains sont associés à l'offre pour la résolution de quelques problèmes et seulement usagers pour d'autres.

Ceux qui participent le plus significativement à l'analyse collective et à la mise au point d'alternatives sont des paysans "innovateurs", des responsables de groupements de base et des leaders de réseaux.

Les paysans "innovateurs" sont qualifiés ainsi par les institutions et par certains de leurs pairs parce qu'ils sont observateurs, curieux, dynamiques et expérimentent souvent dans leur exploitation ou leur groupement. C'est pour toutes ces qualités que leur participation est essentielle au niveau de l'offre et qu'elle a toujours été souhaitée par les autres acteurs. A la recherche de nouveautés, ils se sont intégrés rapidement sans même qu'il soit nécessaire de les inviter. Dans la typologie, ils correspondent plutôt aux agriculteurs intensifs possédant quelques ressources.

Les autres participent avant tout parce qu'ils représentent d'une certaine façon le paysannat pour avoir été élus ou parce que reconnus comme leaders. Cette fonction est essentielle dans une dynamique qui va concerner directement plus de 2 000 familles appartenant à des hameaux éloignés les uns des autres. Elle est toutefois loin d'être bien assurée, ce qui cause quelques problèmes. En effet, les réseaux et les groupements ne sont pas socialement homogènes et ceux qui les dirigent sont rarement les plus démunis.

L'implication de tous les intéressés à tous les stades du processus serait souhaitable mais elle est matériellement et humainement impossible. La délégation de responsabilités représente en fait un certain compromis entre la qualité des processus d'innovation au service d'un petit nombre et la "massification" rapide souhaitée par ceux qui ne sont pas encore intégrés dans la dynamique.

Au total, ce sont près de 150 individus qui sont impliqués d'une façon ou d'une autre à ce niveau.

Les acteurs externes

Ce sont surtout les membres de l'équipe du PRODESSA. La taille et la composition de l'équipe ont changé en 7 ans. Les équipiers n'étaient que deux en 1987, ils sont aujourd'hui sept impliqués dans la dynamique de San Dionisio, à deux tiers de temps. Le président est aussi cultivateur et considéré par les agriculteurs comme l'un des leurs. Il assure un peu l'interface entre deux mondes : celui des paysans et celui des techniciens, qui tentent de se comprendre et de coopérer malgré une perception de la réalité agraire très différente. Les autres sont de formation ingénieur agronome, zootechnicien ou agro-alimentaire. L'un d'entre eux a une formation complémentaire en sociologie et deux ex-membres en économie. Au départ, du fait de leur formation universitaire ou de leur engagement politique, leur manière de voir et d'analyser les choses était assez marquée par le scientisme et le déterminisme marxiste. Cette approche imprègne leurs premiers écrits mais, entraînés dans l'aventure collective, leur pratique va être très différente. La tentation d'intervenir selon un schéma vertical comme ingénieur détenant le "savoir" auprès de paysans "ignorants" sera très forte au début pour certains. Peu à peu, leur représentation du monde rural et du phénomène de l'innovation confrontée à la réalité va changer.

Les fonctions qu'ils vont assumer dans la dynamique sont surtout de quatre types : catalyser et accompagner la réflexion, apporter des informations et parfois conseiller, réaliser des études et des recherches complémentaires sur la réalité agraire, assurer la médiation avec des organismes et des autorités extérieures et parfois entre les acteurs, notamment pour garantir l'objectif d'équitabilité. Leur appartenance à des réseaux techniques et scientifiques sera souvent déterminante pour "injecter" dans le processus des connaissances extérieures nécessaires à l'avancée de la réflexion et à la mise en œuvre de stratégies.

Des universitaires vont également apporter leur aide sur le thème de l'élevage bovin et le processus va bénéficier de l'appui de nombreux ingénieurs stagiaires. Par ailleurs, les acteurs vont recevoir la visite de délégations paysannes, de responsables d'organismes, de techniciens et d'universitaires (plus d'une centaine en 1993). Ces échanges leur permettent d'enrichir leurs évaluations mais aussi les obligent à réfléchir sur leur propre pratique et à construire ainsi une représentation commune.

L'organisation progressive des acteurs

L'organisation dont se sont dotés les acteurs est une construction jamais terminée. Chaque année, depuis 1987, des modifications sont apportées.

Une première rencontre formelle est organisée avec les dirigeants des coopératives en avril 1988. C'est l'occasion d'un premier échange et quelques pistes de travail sont définies. La réflexion se poursuit ensuite dans trois hameaux avec les coopératives existantes mais rapidement d'autres paysans les rejoignent. Les actions prévues conduisent les agriculteurs à s'organiser mais des groupements spécifiques sont créés au niveau de chaque hameau : comité silos et association d'élevage.

Les résultats obtenus par le premier comité — plus de 100 silos fabriqués en moins de 6 mois — vont rapidement être connus dans les autres hameaux, d'où la participation de plus de 60 individus l'année suivante à la première assemblée d'évaluation-programmation : dirigeants de coopératives mais aussi paysans "innovateurs" et leaders d'autres groupements ou de réseaux. Cette assemblée va se réunir ensuite deux fois par an et intégrer progressivement des agriculteurs de tous les hameaux. Elle va assurer alors l'interface entre les hameaux et les acteurs plus impliqués au niveau de l'offre, qui vont travailler, de leur côté, en commission pour approfondir la réflexion et élaborer des alternatives.

Depuis, la structuration et la formalisation se sont poursuivies en fonction d'objectifs de plus en plus ambitieux et des stratégies mises en œuvre. Deux organisations autonomes ont été créées : une coopérative de commercialisation des grains de 150 membres et une mutuelle d'épargne et de crédit de 250. Chacune possède des groupements spécifiques dans la plupart des hameaux. Une autre organisation dont les objectifs sont beaucoup plus généraux a également été créée en 1992. Elle cherche à fédérer l'ensemble des groupements de base des hameaux et donc à regrouper les acteurs internes de la dynamique en cours. Ces organisations sont autant de garanties de la durabilité de la dynamique.

En 1994, l'organisation des acteurs est donc la suivante : dans les hameaux, un ensemble de groupements anciens et nouveaux et de réseaux que tente de fédérer une organisation, une assemblée générale au contour assez flou qui rassemble plus de 100 paysans et se réunit deux fois par an, un conseil d'administration avec trois représentants par hameau, et des commissions. Les acteurs externes travaillent surtout avec les conseils d'administration et les commissions mais ont fréquemment l'occasion de rencontrer les familles lors du suivi d'exploitations.

Processus d'innovation et démarche construite par les acteurs

Les acteurs impliqués dans la dynamique, qu'ils appartiennent ou non au milieu rural considéré, sont très différents les uns des autres de par les problèmes qu'ils rencontrent, le rôle qu'ils jouent ou veulent jouer dans la société, leur représentation du monde, leur manière de penser, d'agir et de communiquer, leur pouvoir et les lieux où ils l'exercent et les moyens dont ils disposent pour intervenir sur le réel. Malgré toutes ces différences, ils ont réussi à coopérer pour le changement.

La construction de la demande

Au départ, l'objectif qu'ils ont en commun est très général : résoudre des problèmes rencontrés par les exploitations agricoles et permettre ainsi une amélioration des conditions de vie des familles. Peu à peu, des objectifs plus spécifiques et de plus en plus ambitieux vont se préciser. Les acteurs vont ainsi mettre en œuvre des projets leur permettant d'intervenir en aval et en amont de la production, d'étendre le réseau routier et d'améliorer la communication entre eux. Ils vont ainsi passer d'une problématique agricole à une problématique rurale.

Cette évolution des objectifs va dépendre de nombreux facteurs : des difficultés latentes ou exprimées rencontrées par les familles paysannes, de leur capacité à comprendre le réel et à gérer les processus d'innovation à leurs différents stades, de la confiance en eux-mêmes et dans le groupe, de l'évolution du contexte socio-économique, etc. L'identification de ces difficultés, leur hiérarchisation et leur analyse, c'est-à-dire la construction des problèmes et leur transformation en questions traitables, représente une étape difficile et souvent longue les premières années. Aujourd'hui, celle-ci se déroule plus rapidement car les acteurs ont réussi peu à peu à construire ensemble une représentation commune de la problématique générale que vivent les familles et ont acquis une capacité d'observation et d'analyse qu'ils n'avaient pas au départ. Il leur faudra ainsi plusieurs mois et près d'une dizaine de réunions avant de se lancer dans une expérimentation sur le stockage familial des grains alors que cinq ans plus tard ils créeront une banque en moins de deux mois !

L'accompagnement de cette phase par le PRODESSA est essentiel mais délicat. La représentation de la réalité qu'ont les acteurs externes n'est pas plus exacte que celle des agriculteurs même si le PRODESSA a réalisé de nombreuses études de la petite région. Il serait illusoire en revanche de penser que les savoirs payans sont, pour reprendre les termes de G. Dupré, *"une panacée universelle propre à résoudre toutes les misères"* (1991). C'est leur confrontation qui facilite la construction d'une représentation commune.

Parfois les acteurs de l'offre en restent à ce stade car leur connaissance de la réalité est insuffisante. L'équipe du PRODESSA réalise alors une étude dont les résultats seront ensuite repris par l'ensemble. C'est ainsi par exemple que deux ans de suivi agronomique ont été nécessaires pour pouvoir identifier les facteurs et conditions responsables de la forte variation du rendement en haricot.

Ces études complémentaires mais parfois aussi de simples consultations de spécialistes ont lieu à tous les stades du processus. Elles peuvent parfois faire revenir le groupe à une étape précédente du processus.

L'élaboration d'alternatives

Très souvent, les acteurs s'engouffrent dans l'étape suivante et cherchent à élaborer des alternatives alors même que le problème commence à peine à être analysé. Cette tendance à sauter les étapes est encore fréquente aujourd'hui, même si les acteurs se sont dotés d'une démarche qu'ils mettent en œuvre systématiquement et de manière plus ordonnée. Elle est en fait inévitable dans le cadre d'une construction collective où tous n'ont pas la même perception des difficultés, le même niveau de réflexion sur les problèmes et la même façon de penser et d'agir. La réussite collective va dépendre alors de la capacité du groupe à traiter ces problèmes avec un minimum de rigueur et à élaborer des alternatives adaptées. Cela n'est pas toujours le cas, ce qui explique certaines erreurs et l'effort permanent d'ajustement.

La mise au point d'une alternative se fait progressivement. L'équipe du PRODESSA n'apporte pas de réponses toutes faites, elle ne fait que stimuler la réflexion en apportant quelques idées lorsque cela s'avère nécessaire. Il y a d'abord une phase de construction approximative où les idées de chacun des participants sont analysées, puis une amélioration progressive suite à de nombreux essais et à des confrontations plus ou moins organisées avec d'autres acteurs. C'est à ce stade que la recherche sur les techniques est la plus sollicitée.

La durée de cette étape est variable. Elle dépend de la capacité de construction des acteurs impliqués dans l'offre mais aussi de la pression exercée sur eux par les usagers. Cette pression est telle qu'elle oblige souvent les "offreurs" à un compromis entre la qualité et une réponse rapide. Ceci peut se solder par des échecs ou obliger le groupe à des ajustements de dernière minute. Ces expériences négatives sont en fait inévitables dans un tel processus où tant d'acteurs sont impliqués et où la frontière entre l'offre et la demande est floue voire inexistante. Cela fait partie de l'apprentissage social.

La diffusion de l'information

La diffusion de l'information sur les alternatives se fait essentiellement grâce au maillage dense de relations entre les familles. Ceci présente l'avantage de permettre une diffusion très rapide et sans coût mais ce système a aussi de nombreux inconvénients. La relation entre les "offreurs" et

la base est assurée dans un premier temps par les leaders. L'expérience montre que cela peut favoriser mais aussi parfois freiner la diffusion et retarder ainsi l'adoption par les intéressés. Une étude menée par le PRODESSA révèle ainsi que dans certains hameaux les agriculteurs ont appris très tard l'existence de certaines propositions à cause d'un manque d'intérêt du leader pour le thème. Parfois, celui-ci peut même diffuser de fausses informations car l'alternative va à l'encontre de ses intérêts ou parce qu'il est en conflit avec les offreurs ou sa base. Enfin, il peut avoir des difficultés pour présenter l'alternative lorsque celle-ci est complexe. Il est plus facile de parler d'une variété que de présenter le fonctionnement d'une banque !

Essai et adoption des alternatives

L'adoption est souvent présentée comme la fin d'un processus où l'usager est passif. C'est oublier que celui-ci est aussi acteur d'un processus "imparfait", fait de nombreux va-et-vient entre l'offre et la demande permettant aux réponses de se construire progressivement. Les alternatives qui sont proposées aux agriculteurs de San Dionisio ne sont jamais achevées. Ceux-ci en effet les testent, les retravaillent et les incorporent dans leur système de production de différentes façons. Une étude en cours sur l'adoption des variétés de haricot montre ainsi que les agriculteurs commencent par les essayer en utilisant des dispositifs différents et que la plupart réalisent une sélection. Lorsque les modifications qu'ils souhaitent ne sont pas à leur portée, les usagers s'adressent aux acteurs impliqués dans l'offre. Ces observations sont transmises par les leaders mais aussi par les techniciens du PRODESSA. Des évaluations plus formelles viennent compléter ces feed-back.

Quelques enseignements

En guise de conclusion, nous avons retenu trois thèmes d'intérêt pour la recherche et le développement des pays du Nord comme du Sud, pour lesquels l'expérience de San Dionisio devrait pouvoir apporter une contribution : l'innovation et sa gestion, les organisations rurales face au désengagement de l'Etat et la construction de la demande sociale.

L'innovation et sa gestion

Plusieurs théories ont été proposées pour expliquer l'innovation mais elles se révèlent peu satisfaisantes (Tartanac et Treillon, 1989). Les résultats de la recherche sur ce phénomène apparaissent encore insuffisants pour pouvoir le comprendre et tenter de l'accompagner. Des initiatives de terrain devraient pouvoir apporter leur contribution comme le révèle un travail de thèse en cours sur ce sujet à partir de l'expérience de San Dionisio.

Malgré un contexte difficile et changeant, les innovations mises au point depuis 1987 sont nombreuses et variées. Elles concernent l'amont, l'aval et la production agricole en elle-même et peuvent avoir un effet sur le développement d'activités rurales para- ou extra-agricoles. Elles revêtent des aspects techniques, économiques, institutionnels et culturels.

Elles sont censées apporter une réponse à des problèmes rencontrés par la plupart des agriculteurs mais leur adoption est variable selon l'innovation et selon le type d'agriculteur, le hameau où il vit et la période au cours de laquelle l'alternative lui a été proposée. Les facteurs qui rentrent en compte dans leur décision sont nombreux : leur perception du problème et la représentation qu'ils en ont, leur représentation de l'alternative proposée, l'efficacité de la réponse que celle-ci apporte, son adéquation avec leur système de production et avec le contexte socio-économique, sa disponibilité sur le marché, leur capacité financière, etc.

L'analyse de ce constat par l'ensemble des acteurs impliqués dans la dynamique met en évidence que malgré une démarche relativement voisine chacune des innovations a été produite et adoptée selon un processus spécifique et dans un contexte relativement différent. Seule une étude fine de chacun d'eux peut permettre d'expliquer cette différence. Les données obtenues grâce à de nombreuses observations faites dans l'action par le chercheur impliqué depuis 1985 devraient faciliter ce travail.

L'historique de ces processus et leur analyse comparée devraient permettre d'identifier et d'expliquer les phases les plus faibles de la démarche et ainsi de tenter d'améliorer la gestion et l'évaluation des processus en cours. Cette recherche vise donc à mieux connaître le phénomène de l'innovation au niveau local en milieu rural appuyé par des agents extérieurs, dans le but de définir des éléments de méthode permettant d'envisager une meilleure efficacité de la démarche (Gerbouin et Rérolle, 1994). D'ores et déjà, l'expérience met en évidence l'importance de la mobilisation et de la volonté d'agir des familles paysannes, de l'appui des acteurs externes dans l'analyse des problèmes qu'ils rencontrent et leur transformation en questions traitables, dans l'élaboration d'alternatives et dans la médiation avec l'extérieur mais aussi parfois entre les acteurs locaux impliqués. Elle révèle par ailleurs l'importance de la prise en compte du fonctionnement des exploitations et du contexte socio-économique et donc du diagnostic, de la progressivité de la réflexion et de l'action et du respect du rythme des acteurs et donc de la durée, et enfin de l'évaluation permanente des actions entreprises.

Les organisations paysannes face au désengagement de l'Etat

Depuis 1988-89, les gouvernements en place sont enjoints par les organismes internationaux à prendre des mesures d'ajustement structurel qui se traduisent notamment par l'abandon de certains services par l'Etat : financement des petites exploitations, commercialisation des grains, redistribution du foncier, etc. Dans certaines régions, les agriculteurs se sont alors organisés pour gérer des structures permettant d'assurer ces services. A San Dionisio, ils ont ainsi créé une mutuelle d'épargne et de crédit, une coopérative de commercialisation des grains et de distribution d'intrants et un organisme du type SAFER. L'expérience montre donc que, dans un contexte difficile où jouent de nombreux déterminants d'ordre macro-économique sur lesquels ni les paysans même organisés en groupements, ni une structure de recherche et de conseil comme le PRODESSA ne peuvent intervenir, des innovations organisationnelles de cette.enver-

gure peuvent surgir au niveau local, mais elle révèle aussi ses limites. Les organisations existantes, comme nous l'avons vu, ont une implantation très localisée et assument des fonctions limitées et spécifiques. Leurs membres n'ont pas d'expérience de gestion et leur connaissance du marché et de ses mécanismes est très insuffisante. Par ailleurs, de telles entreprises représentent des risques importants que les agriculteurs en difficulté du fait de la crise ne sont pas en mesure d'assumer. Un appui extérieur s'avère donc nécessaire mais que l'Etat n'est pas prêt à assumer, semble-t-il.

La construction de la demande sociale

La nouvelle PAC en Europe, l'ajustement structurel dans les pays du Sud, les accords du GATT, les nouvelles exigences de la société en matière d'administration des ressources naturelles et de protection de l'environnement... entraînent de profondes mutations de l'agriculture (Sebillotte, 1993). Face aux nouveaux défis qui se posent aux exploitations agricoles, la recherche et le développement ont un rôle déterminant à jouer pour mieux connaître les attentes de la société et pour aider les agriculteurs à y répondre et à s'adapter aux nouvelles conditions. Pour définir les programmes correspondants, la recherche doit d'abord contribuer à construire la demande tant des consommateurs que des agriculteurs car celle-ci n'existe pas, comme le montre bien l'expérience de San Dionisio. Confrontés au terrain, nous avons pu identifier des difficultés, des attentes mais pas une demande qui pourrait être traduite en questions nécessaires aux chercheurs comme aux acteurs. La construction de la demande passe par le dialogue et la coopération et donc par l'instauration d'un débat entre les agriculteurs, les techniciens et les chercheurs. Comme le rappelaient M. Jollivet et H. Manichon lors du colloque "Agricultures et société : pistes pour la recherche" (1993), il faut revenir sur le terrain et s'intéresser aux expériences novatrices, comme celle présentée ici où les acteurs tentent de construire leur demande. Cette construction est difficile et les chercheurs devraient pouvoir les aider ; les uns cherchant ensuite à traduire la demande en questions pratiques et les autres en questions scientifiques.

Références bibliographiques

Ampié S., Faune A., Maldidier C., Sequeira O., 1990. *Cooperacion y subordinacion en las familias campesinas*. Managua, Nicaragua, CIPRES, 292 p.

Crozier M., Friedberg E., 1977. *L'acteur et le système.* Paris, France, Le Seuil, 493 p.

Dupré G., 1991. Introduction. *In : Savoirs paysans et développement,* G. Dupré éd., Paris, France, Karthala-Orstom, p. 17-57.

Gerbouin P., 1986. *Réforme agraire et coopératives de production au Nicaragua de 1979 à 1986. Etude plus particulière des coopératives de production du sud du département de Matagalpa.* Mémoire de DEA, université F. Rabelais, Tours, France, 294 p.

Gerbouin P., 1992. Groupements paysans et dynamique de développement : pratique et recherche du PRODESSA dans la vallée de San Dionisio au Nicaragua. Les cahiers de la recherche-développement, 31 : 23-40.

Gerbouin P., Rérolle P., 1994. Les micro-entreprises et l'innovation dans les pays du Sud : quelques recommandations pour un appui. *L'enfant en milieu tropical* (à paraître).

Jollivet M., Lindsay D., Manichon H., Viatte G., 1993. La dimension locale et mondiale de l'agriculture. *In : Agricultures et société,* C. Courtet, M. Berlan-Darqué et Y. Demarne éd., Paris, France, INRA, p. 266-273.

Sebillotte M., 1993. *Avenir de l'agriculture et futur de l'INRA.* Paris, France, INRA, 128 p.

Tartanac F., Treillon R., 1989. *La cause de l'innovation. Pour une conception socio-économique de l'innovation.* Montpellier, France, CIRAD-Altersyal, 139 p.m

Organisations de paysans des zones tropicales pour une utilisation durable des ressources naturelles : l'expérience du programme Olafo

Ammour Tania
Projet Olafo, CATIE, BP 99, Turrialba, Costa Rica

Résumé

Le programme "Conservation pour le développement durable en Amérique centrale" (Olafo), du Centre agronomique tropical de recherche et d'enseignement, cherche à promouvoir l'utilisation de la biodiversité locale par des groupes d'agriculteurs établis en zones de frontière agricole de quatre pays d'Amérique centrale. La comparaison des stratégies utilisées avec des communautés du Guatemala, du Costa Rica et du Panama montre que : l'analyse des systèmes est un instrument nécessaire pour affronter simultanément le développement et la conservation ; le renforcement de l'organisation communale doit se transformer en un but en soi ; les institutions nationales, contrairement à la vision schématique généralisée, ne peuvent, à court terme, assumer la continuité de ce type de projet ; la stratégie de travail avec les communautés doit tenir compte des groupes locaux, des dirigeants formels et non formels existant déjà et en général de l'ensemble des villageois, des besoins immédiats de la population, des besoins de formation technique et organisationelle.

Mots clés

Organisation communautaire, développement durable, conservation, utilisation des ressources naturelles, biodiversité tropicale.

Abstract

Sustainable Use of Natural Resources by Community Organizations in the Tropics: Experience of the Olafo Project

The Olafo conservation project for sustainable development in Central America is located at the Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Costa Rica. It seeks to promote the sustainable use of local biodiversity by rural groups in the pioneer zones of four Central American countries. A comparison of strategies employed by communities in Guatemala, Costa Rica, and Panama shows that systems analysis is useful for reconciling development with conservation. Interdisciplinary teams can clarify technical issues by considering the viewpoints of both technicians and rural communities. Community organizations should be strengthened so that they can meet the basic development requirements of the community and serve as negotiators with private and public institutions on technical assistance and policy issues (eg, land tenure). Contrary to general opinion, national institutions cannot ensure the continuity of such projects in the short term. A community-level work strategy should involve: identification of problems through both formal local organizations and informal family groups; examination of the basic need for external agents (eg, technicians, nongovernmental organizations, nonlocal institutions); technical and organizational training at local level; and identification of formal, informal, and potential leaders within the community.

Le programme Olafo

Le Centre agronomique tropical de recherche et d'enseignement (CATIE) développe depuis 1989, et jusqu'à fin 1995, le programme "Conservation pour le développement durable en Amérique centrale", connu sous le nom de Olafo. Ce programme, financé par les agences suédoise, norvégienne et danoise de coopération, fait partie du programme d'aménagement des ressources naturelles du Centre.

Objectifs

- A long terme : contribuer à la définition et à la démonstration, sur le terrain, d'un modèle de développement basé sur l'aménagement et l'utilisation par les communautés rurales de la biodiversité locale.
- A court terme : démontrer que des groupes d'agriculteurs établis en zones de frontière agricole peuvent adopter des systèmes de production améliorés basés sur l'utilisation des ressources de la forêt et des cultures agricoles traditionnelles, et ce dans des zones pilotes.

Bref aperçu sur le programme

Les zones pilotes sont conçues comme des unités d'utilisation durable des ressources naturelles. Le programme y réalise des activités de recherche et de développement.

Les traits particuliers des zones de frontière agricole sont les suivants : niveau de pauvreté critique par comparaison avec le reste du pays, accès difficile, absence d'institutions nationales, processus de conversion de forêts en systèmes agricoles, pratiques agricoles peu adaptées aux conditions écologiques des zones. En particulier, l'orientation productive spécialisée (deux ou trois spéculations prédominent) contraste avec la diversité biologique des zones. On observe également un manque de cohésion sociale, produit des migrations spontanées des populations.

Pour atteindre ses objectifs, le programme a adopté les principes suivants :

- mise en valeur de la diversité biologique des écosystèmes tropicaux naturels au moyen de son utilisation productive par les communautés locales ;
- participation des bénéficiaires dans toutes les étapes et activités du programme ;
- activités simultanées et coordonnées entre les groupes locaux organisés de paysans et les institutions nationales chargées des ressources naturelles ;
- équipes techniques interdisciplinaires ;
- travail simultané à différents niveaux de complexité : espèces/écosystèmes/paysage ; culture/système de production/région ; famille/groupe de producteurs/communauté ;
- articulation des activités de recherche, validation, transfert de technologie et formation ;
- échelles de travail : quatre zones pilotes, localisées au nord du Guatemala (El Petén), dans les mangroves de la côte pacifique du Nicaragua, dans les basses terres de la zone atlantique du Costa Rica (Talamanca) et du Panama (Bocas del Toro) et, depuis fin 1993, au nord du Honduras (figure 1).

D'une manière simplifiée, les activités développées par Olafo sont les suivantes : promotion de l'organisation pour la participation des communautés ; recherche/validation agronomique, biologique, technologique et socioéconomique ; transferts de technologie ; formation technique du personnel du programme, des institutions nationales et des communautés rurales ; divulgation aux communautés et institutions nationales et régionales.

Etapes de travail

Le tableau I présente une synthèse des étapes suivies dans chaque zone pour identifier, sélectionner et définir des modèles de systèmes de production améliorés depuis le début du programme jusqu'à ce jour.

Dans tous les cas, les activités se sont centrées, dans un premier temps, sur les études agrosocioéconomiques au niveau régional et des communautés, sur l'identification d'alternatives économiques basées sur l'utilisation de la biodiversité locale, et sur les activités d'organisations communautaires.

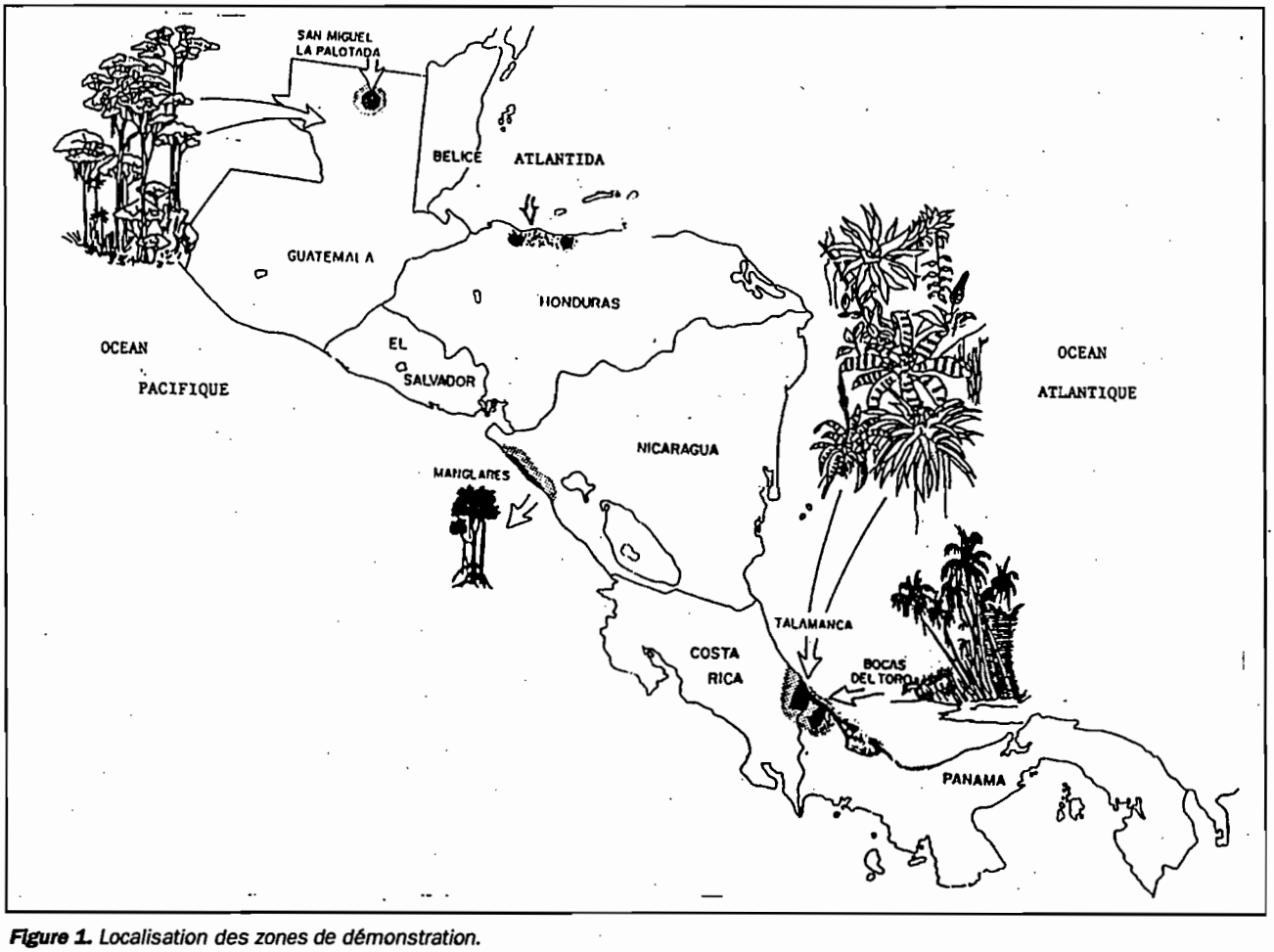


Figure 1. Localisation des zones de démonstration.

Tableau I. Déroulement des activités depuis le début de Olafo dans trois communautés des zones pilotes.

Bisira, vallée du Cricamola, Bocas del Toro, Panama	San Rafael, Talamanca, Costa Rica	San Miguel, El Petén, Guatemala
1 • Zonification et caractérisation socio-économique de zone côtière de Bocas del Toro • Sélection du palmier *Euterpe precatoria*	1 • Etude ethnobotanique ; caractérisation régionale • Sélection de 8 espèces non ligneuses	1 • Caractérisation agrosocioéconomique de la zone
		2 • Déclaration de la Réserve de la biosphère maya, interdiction de pratiquer le brûlis et d'extraire des arbres
2 • Identification de la vallée du Cricamola comme zone de travail pour les ressources naturelles existantes. Sélection du village Bisira comme zone pilote • Caractérisation des systèmes de production pour déterminer la viabilité d'une production de cœur de palmier	2 • Identification de la zone pilote et des communautés Coclés (réserve indienne) et San Rafael (communauté de paysans)	3 • Identification de la zone pilote qui inclut San Miguel, La Pasadita, El Cruce, localisés sur des terres du domaine national
	3 • Installation de parcelles expérimentales et d'une pépinière pour ressources non ligneuses qui servent de base pour la formation/sensibilisation des paysans	4 Objectifs : diminuer la surexploitation des sols. Deux lignes de travail : I sélection des ressources non ligneuses traditionnelles pour développer le mode de culture et améliorer la commercialisation II éducation sur l'environnement aux villageois
3 • Recherche sur *Euterpe precatoria* : parcelles expérimentales, études de marché, analyse économique • Début de recherches sur d'autres ressources non ligneuses (*Smilax* spp.)	• L'accent est mis sur la recherche des non-ligneux 4 • Activités de formation en organisation pour faciliter la mise en marche de pépinières	• Activités de rapprochement avec les communautés (eau potable, pont, latrines...) • Appui aux institutions d'Etat : formulation de propositions pour légaliser l'usufruit de la terre, aménagement du territoire 5 • Identification d'activités productives pour améliorer les systèmes de production actuels (engrais verts, miel)
4 • Elaboration du Projet de production de cœur de palmier avec la communauté de Bisira • Approbation du projet par le Congrès local guaymie de Cricamola	5 • Les résultats de la recherche démontrent que la production des ressources non ligneuses n'est pas économiquement viable à court terme • Diversification des alternatives productives : incorporation de l'aménagement forestier pour production de bois d'œuvre comme ligne de travail	• Identification de nouvelles activités productives : bois, arbres fourragers, ressources non ligneuses pour artisanat (fibre) • Activités de formation technique vers la communauté pour motiver la population sur le potentiel d'utilisation des ressources non traditionnelles (élaboration d'objets faits de fibres, construction de meubles à partir du bois et des fibres)
5 Conflits avec le Congrès régional guaymie qui rejette tous les programmes "externes"	• Elaboration d'un plan d'aménagement forestier dans une ferme avec participation de la famille	6 • Intégration des activités énumérées plus haut dans un cadre conceptuel défini comme aménagement intégré des ressources naturelles (ligneux, non-ligneux, amélioration/introduction d'alternatives agricoles/agroforestières complémentaires) • Elaboration d'un plan d'aménagement diversifié forestier communautaire
6 • Début du processus de validation d'alternatives agroforestières • Travail en organisation avec groupes existants, pour minimiser les conflits avec dirigeants régionaux guaymies • Diffusion des activités du programme par les groupes de Bisira, auprès des communautés voisines	• Evaluation financière de l'aménagement proposé 6 • Appui pour réaliser les démarches d'approbation du plan d'aménagement forestier • Vulgarisation des méthodes d'aménagement forestier à d'autres groupes (ASACODE : Association pour le développement d'un village voisin)	•Priorité à la vulgarisation de l'apiculture et de l'engrais vert associé au maïs auprès de quelques groupes de producteurs • Priorité à l'assistance technique pour les activités en cours de validation (arbres fourragers, chèvres)
7 • Conflit entre le Congrès régional guaymie et le gouvernement du Panama : rejet des projets à Bocas del Toro. Malgré la position favorable du Congrès local guaymie de Cricamola, la décision se maintient. Olafo se retire de la zone	• Augmentation du nombre d'espèces produites en pépinière selon demande des marchés et connaissances agronomiques disponibles	• Priorité aux activités de recherche en ressources non ligneuses dans l'aire de production forestière • Renforcement de l'appui aux groupes pour leur légalisation sous forme d'associations locales dont l'objectif est la mise en œuvre d activités productives • Appui à l'institution régionale CONAP pour formuler les bases légales d'octrol de concessions forestières aux communautés

Quelques alternatives sélectionnées ont déjà été mises en pratique à petite échelle en tant qu'activités de recherche pour le développement (par exemple miel, engrais verts au Guatemala).

Actuellement, le programme prétend, en concentrant les efforts sur un nombre réduit de groupes de paysans, non seulement accélérer le processus de validation et de recherche d'espèces et sous-systèmes au sein d'une organisation locale de producteurs, mais aussi commencer le suivi et l'évaluation des systèmes de production ainsi modifiés des unités familiales et/ou communales.

Le problème

Le programme se doit de répondre à une question de départ : comment promouvoir le développement durable basé sur l'utilisation des ressources naturelles locales, la participation et le renforçement des organisations paysannes en tenant compte des systèmes de production prédominants ?

La réponse à ce problème est prioritaire si l'on considère :

- les échecs fréquents des projets de développement et de recherche qui prétendent introduire des solutions techniques partielles ou multiples sans tenir compte des systèmes de production, des intérêts des sujets de l'action, des structures économiques, culturelles, politiques et écologiques au sein desquelles sont induits les changements ;
- les différentes réalités rurales à l'intérieur d'un pays et entre pays.

Parmi les zones pilotes de Olafo, nous analyserons trois études de cas de villages au Guatemala, au Costa Rica et au Panama.

Les particularités des situations de référence des zones de Bisira (à Bocas del Toro, Panama), San Rafael (Talamanca, Costa Rica) et San Miguel (El Petén, Guatemala) sont les suivantes.

- La situation initiale de la province de Bocas del Toro était la suivante, : faible pression sur les ressources naturelles, produit d'une avance lente de la frontière agricole ; déforestation provenant moins des populations locales que d'entreprises commerciales (exploitation bananière) qui remplacent systématiquement les écosystèmes naturels ; dépression économique généralisée.
- La zone de San Rafael au Costa Rica a été colonisée par des petits éleveurs qui proviennent de l'autre extrémité du pays. Comparativement aux autres zones où travaille Olafo, les conditions socioéconomiques sont plus favorables (santé, scolarité, niveau de revenus). Les paysans de cette zone sont très orientés vers le marché.

Les programmes d'éducation sur la protection des forêts au Costa Rica et la crise économique qui touche l'élevage bovin sont deux éléments qui déterminent l'attitude favorable des éleveurs quant à l'introduction d'alternatives de production permettant de valoriser leurs parcelles agricoles et en particulier leurs forêts.

- La zone de San Miguel (El Petén) au Guatemala est un cas typique de frontière agricole colonisée par de petits agriculteurs. En particulier, l'hétérogénéité sociale qui règne est le produit de différentes origines de migration : paysans, indiens kekchies, ouvriers agricoles, membres des forces armées, réfugiés du Salvador à la recherche de terres.

Le tableau II complète l'information et permet d'identifier les principales caractéristiques des différentes zones analysées.

Stratégies utilisées et résultats

Bisira, Bocas del Toro, Panama

Organisations locales au début du programme et actuellement

Dans la communauté, en 1989, il existait huit organisations (comités de santé, parents d'élèves, groupe de jeunes, de sport, pour le transport, association des femmes, groupe religieux, comité de coordination avec un responsable, un représentant de l'Eglise et un conseiller politique).

Fin 1991, au moment où le Congrès régional rejeta tous les programmes d'"apports externes", dont Olafo, en plus des groupes qui existaient au départ et qui ont été renforcés du point de vue de leur organisation formelle, la commu-

Tableau II. Caractéristiques des zones de travail de Olafo.

	Guatemala San Miguel	Costa Rica San Rafael	Panama Vallée du Cricamola
Localisation	El Petén	Talamanca	Bocas del Toro
Superficie	578 km^2	562 km^2	646km^2
Zones écologiques	Bh-ST	Bh-T	Bmh-P
Situation légale	Zone utilisation multiple RB maya	Limite Parc international de l'Amitié	
Densité population	3 hab./km^2	3 hab./km^2	12 hab./km^2
Utilisation terre			
– forêt	89 %	48 %	90 %
– fermes	11 %	52 %	10 %
Niveau d'organisation	Bas	Moyen	Moyen
Situation foncière	Terres nationales	Terres privées sans titre	Terres nationales
Activités principales	Maïs + xate + poivre + latex + bois d'œuvre	Elevage bovin + cacao + maïs + haricots	Tubercules + maïs + riz
Origine de la population	"Ladinos"* et indiens de différents départements	"Ladinos"* du nord du pays (éleveurs)	Indiens guaymies

* Population caractérisée par un fort métissage racial à dominante espagnole.

nauté a créé un comité pour la diffusion de Olafo au sein et en dehors de Bisira. Grâce au travail conjoint de ce dernier et du comité de coordination, le Congrès local guaymie de la vallée du Cricamola commença à fonctionner.

Stratégies d'implantation du programme

Bisira a été sélectionnée parmi les communautés de la vallée du Cricamola car c'est celle qui présentait le niveau de pauvreté le plus critique, le degré d'organisation le plus élevé, l'accès le plus facile, et, en même temps, c'était le centre commercial de la vallée.

Dès le début, les activités du programme ont été réalisées au travers des dirigeants de la communauté ; en particulier la caractérisation agrosocioéconomique, la recherche sur le palmier (*Euterpe precatoria*) ainsi que la promotion de systèmes agroforestiers pour diversifier les systèmes de production.

La situation politique au Panama (invasion, changement de gouvernement) a révélé de profondes contradictions internes à Bisira (entre dirigeants, représentants du parti officiel, du parti de l'ancien gouvernement et membres de la communauté), entre Bisira et les communautés de la vallée, et entre Bisira et les autorités traditionnelles (représentées au Congrès régional guaymie). Ainsi, tous les programmes qui avaient commencé sous le gouvernement antérieur furent remis en question et utilisés par le Congrès régional guaymie pour revendiquer la "Comarca" (unité territoriale d'administration aux mains d'un groupe ethnique).

Le conflit "externe" nous a obligés à changer de stratégie. D'un côté, à Bisira, le programme a renforcé le travail avec les groupes qui existaient, indépendamment de l'alternative productive sélectionnée (palmier). Le renforcement de l'organisation et des mécanismes administratifs des groupes devient alors l'axe central des efforts du programme. D'un autre côté, l'attention commence à se porter aux communautés voisines.

Les différents ateliers de travail orientés sur des thèmes divers tels que l'organisation des groupes, le rôle de leurs membres et dirigeants, la différence entre participation et assistance, ont permis d'identifier les problèmes suivants : spontanéité des organisations, action non planifiée, manque de clarté d'objectifs, manque de coordination, organisation des groupes en fonction de problèmes de type conjoncturel, ce qui réduit la capacité de réponse des villageois à une problématique à plus long terme.

Cependant, Bisira est une communauté qui a de forts antécédents d'organisation dans la vie communautaire. Les personnes qui présentent un intérêt particulier pour diversifier les systèmes de production sont les jeunes et les femmes.

Les aspects qui ont été identifiés par les groupes eux-mêmes, pour améliorer leur niveau d'organisation, sont l'évaluation des ateliers de travail, la divulgation des résultats au reste de la communauté de Bisira et aux communautés voisines afin de minimiser les réactions adverses au programme, et une meilleure définition conjointe Olafo-communauté pour que les familles puissent elles-mêmes défendre le programme face au Congrès régional guaymie (instance supérieure).

Malgré le travail réalisé, le programme n'a pu échapper aux pressions politiques exercées par le Congrès régional contre le gouvernement et en particulier contre l'Institut national des ressources naturelles (INRENARE). Le programme a dû se retirer de la zone fin 1991.

Résultats

Bien qu'il n'ait pas été possible de continuer les activités planifiées par le programme et les groupes de Bisira, on retient le processus de consolidation des organisations locales et en particulier du Congrès local de la vallée. Ce processus était en fait le point de départ pour l'incorporation d'un aménagement durable des ressources naturelles, dans ce cas sous-utilisées.

Pour atteindre ce résultat, le programme a pris en compte trois aspects principaux :

- l'expérience d'organisation locale, et, en particulier, le potentiel des femmes et des jeunes qui jouent un rôle fondamental pour la continuité de programmes et d'actions en général ;
- la viabilité économique de la production de cœur de palmier sur la base d'une extraction minimale et pérenne ;
- les caractéristiques culturelles de la société guaymie : le rythme normal des activités journalières ne coïncide pas avec le rythme "occidental" ; et le rôle des femmes dans les procès de production et de prise de décision est beaucoup plus déterminant que dans les sociétés paysannes traditionnelles.

C'est pour cela qu'il fut nécessaire d'envisager une organisation du travail basée sur des groupes tournants pour l'extraction, le transport et la transformation du palmier et sur la division du travail entre hommes, femmes et jeunes. Ce type d'organisation a exigé d'augmenter significativement le budget destiné à la formation technique des personnes impliquées dans le projet et à l'assistance technique.

San Rafael, Talamanca, Costa Rica

Organisations locales au début du programme et actuellement

En 1989, il existait quatre organisations : les comités des parents d'élèves, des villageois, de sport, et l'Eglise. En 1993, les trois premières organisations existent encore et l'association des habitants de San Rafael se légalise, et compte 14 familles.

Stratégies d'implantation du programme

Pour que la pépinière de plantes ornementales puisse exercer une activité commerciale, il était nécessaire de légaliser l'association de San Rafael, ce qui demanda plus de deux ans de démarches.

Les activités développées par le programme pour motiver la participation communautaire ont été des ateliers de formation traitant les aspects d'organisation formelle pour établir une pépinière de plantes ornementales de type commercial (y compris des visites à différentes pépinières commerciales) et des visites sur les parcelles expérimentales et sur les forêts des éleveurs.

Sans aucun doute, ces activités ont permis de motiver l'intérêt des paysans. Cependant, des résultats peu encourageants ont été obtenus sur la viabilité écologique de

production des ressources non ligneuses (croissance, méthodes de reproduction et qualité obtenue).

Cela a conduit Olafo à introduire une nouvelle ligne de travail : l'aménagement diversifié intégral forestier, qui débutera avec l'élaboration d'un plan d'aménagement forestier au niveau d'une ferme, et son évaluation économique.

Résultats

Les principaux problèmes identifiés a postériori sont les suivantes.

L'organisation a été conçue comme un axe central qui n'était pas en relation avec les activités de production et de commercialisation.

Le point de départ n'a pas été d'apporter une solution aux besoins immédiats des groupes ou communautés, et, contrairement à Bisira, une analyse de la problématique dans les domaines de la production et des marchés n'a pas été faite avec eux.

Cette situation est en train d'être corrigée. En effet, les succès peuvent être résumés de la manière suivante :

- les habitants sont motivés et sensibilisés sur le thème de la production et commercialisation des ressources non ligneuses, mais les expectatives doivent êtres freinées à cause des problèmes technologiques posés par la production ;
- l'association de San Rafael est favorable à une diversification de la pépinière afin de produire, parallèlement à celles qui font encore l'objet de recherches (*Zamia squinneri, Reinhartia* sp.), des plantes demandées actuellement sur les marchés et plus connues du point de vue agronomique ;
- l'élaboration, avec une famille, du plan d'aménagement de leur forêt a motivé une demande d'assistance technique de la part d'un groupe communautaire afin de mettre en place une exploitation forestière qui inclue des parcelles de recherche sur les ressources non ligneuses.

San Miguel, El Petén, Guatemala

Organisations locales au début du programme et actuellement

En 1989, la seule organisation qui existait était un comité informel de deux personnes qui assistaient le maire auxiliaire.

En 1991, le comité de San Miguel est formalisé et fonctionne d'une manière organisée. Un comité pour le développement du village se crée et compte sept personnes. Ce dernier peut négocier des prêts, ouvrir un compte bancaire, etc. En plus des deux comités mentionnés, celui de contrôle d'incendies, activité promue par le programme, opère dans toute la zone.

En 1993, une association de producteurs de San Miguel est créée, elle compte un comité directeur et regroupe 73 % des familles de la zone.

Stratégies d'implantation du programme

Pour une meilleure compréhension du contexte au Guatemala, il est important de souligner que le CONAP (Conseil national des zones protégées), chargé de l'administration et gestion de la Réserve de la biosphère maya, était un organisme fondé plus à des fins de protection que de développement. Par ailleurs, le département du Petén est traditionnellement exportateur de latex, xate (*Chamadorea elegans* et *Chamadorea oblongata*) et bois précieux.

Vu la situation politique et institutionnelle conflictuelle suite aux mesures conservationnistes adoptées et considérant les conditions de pauvreté des populations, il a été nécessaire de promouvoir des activités de rapprochement avec la communauté qui répondent à ses besoins immédiats (épicerie qui sert aussi à l'entreposage du xate, eau potable, services de santé, réparation du pont d'accès à la communauté, latrines...), bien que ceux-ci n'étaient pas nécessairement liés à l'utilisation de la biodiversité. Ces activités ont permis de réaliser des "essais" d'organisation de la population autour de thèmes concrets.

En plus, les efforts d'incorporation des municipalités (instances locales/régionales) ont abouti à leur participation active dans les initiatives mentionnées plus haut.

En même temps, le programme a cherché l'appui d'institutions financières pour satisfaire aux besoins immédiats des populations locales (par exemple, ambassade du Canada, Organisation mondiale de la santé).

Parallèlement, les efforts de validation d'activités de production complémentaires (par exemple, apiculture) ont débouché en 1993 sur la consolidation de l'association des producteurs de miel de San Miguel et sa participation dans la coopérative de producteurs de miel du Petén.

Pour la mise en œuvre du plan d'aménagement forestier, il apparaît nécessaire que l'association de producteurs de San Miguel se renforce pour pouvoir assumer un rôle d'entrepreneur.

Résultats

Les activités de rapprochement, d'appui à l'institution nationale, pour faciliter l'accès de la population aux ressources (forêt et terre), et celles de validation ont eu les résultats suivants :

- confiance de la population envers les techniciens ;
- initiatives des paysans eux-mêmes pour s'organiser autour des pratiques agricoles et autour du plan d'aménagement forestier ;
- demande d'assistance, de la part des communautés voisines, auparavant opposées à la présence du programme, pour développer un plan d'aménagement forestier sur leurs terres ;
- un groupe d'agriculteurs s'est organisé autour de l'apiculture ;
- l'activité d'engrais verts est passée à un stade de vulgarisation à des producteurs individuels ;
- des producteurs individuels utilisent des systèmes agroforestiers (arbres fourragers et caprins) ; ceux-ci en sont à un stade d'application expérimentale.

En résumé, le renforcement des organisations locales et le rapprochement de l'équipe technique avec les groupes de paysans se réalisent simultanément, malgré les divisions internes propres à la structure sociale de la communauté.

Le rôle des agents externes

Institutions gouvernementales

Au début du programme, aucune institution gouvernementale n'était présente dans les zones pilotes. La stratégie initiale du programme incluait la participation, au sein des équipes techniques de terrain, de techniciens des institutions nationales chargées des ressources naturelles, afin que ces dernières puissent assurer la continuité du processus de la recherche-développement.

L'incorporation des fonctionnaires n'a commencé qu'en 1991 au Panama et au Guatemala, et seulement en 1993 au Costa Rica.

Le problème est que la présence de techniciens des institutions gouvernementales n'implique pas nécessairement que les ministères adoptent la conception et les méthodologies promues par le programme, et encore moins que les méthodes de développement des technologies soient reprises par les responsables des politiques de recherche et/ou de développement. En plus, la présence même des techniciens dans les zones n'est pas toujours permanente.

Pour favoriser la formulation d'un cadre légal de gestion des ressources naturelles pour les groupes locaux, des efforts sont faits dans le domaine de la formation des cadres et de l'appui aux institutions d'Etat.

Organisations non gouvernementales (ONG)

L'analyse des expériences de nombreux programmes du CATIE et d'autres institutions a montré que cette situation était prévisible et qu'elle est due en partie aux difficultés inhérentes aux organismes nationaux (budget, changement de gouvernement, priorités données aux zones stratégiques du point de vue de la production d'aliments ou de produits traditionnels d'exportation). C'est la raison pour laquelle il était prévu, dès le début, d'incorporer des ONG au sein des équipes techniques du programme.

Les hypothèses de départ étaient, entre autres, que les ONG possédaient des structures plus flexibles de fonctionnement en comparaison avec les institutions d'Etat ; leurs objectifs et stratégies de travail sont compatibles avec ceux de Olafo ; un des points forts de leur expérience est l'éducation sur l'environnement qui, appliquée à l'aménagement des ressources naturelles, peut contribuer aux objectifs du programme.

C'est ainsi que les ONG contactées pour se joindre au programme sont des organisations écologistes. Dans la pratique, cependant, les ONG n'avaient pas pour objectif le développement des communautés rurales mais la conservation des ressources naturelles. Les activités d'éducation sur l'environnement (cours théoriques sur l'importance de la conservation des ressources pour préserver la faune et la flore) prétendaient renforcer les organisations locales sans prendre en compte leurs besoins immédiats.

Finalement, Olafo, voyant que les hypothèses de départ n'étaient pas vérifiées, a renoncé à les associer.

Les équipes techniques du programme

L'apprentissage acquis par les techniciens disposés à vivre dans des conditions difficiles est d'une grande valeur. Cependant, le manque d'expérience a impliqué aussi des erreurs qui ont dû être analysées par le programme.

Les quatre problèmes principaux que le programme doit affronter sont :

- le manque d'expérience et de connaissance sur les méthodes d'approche des communautés ;
- l'insuffisante formation académique ;
- la difficulté de concevoir que les activités de recherche doivent répondre aux besoins de la production ;
- le manque d'expérience de travail interdisciplinaire.

Face à ces problèmes, l'équipe centrale du programme organise non seulement des cours de formation adaptés aux besoins techniques, mais aussi un suivi-apprentissage dans chaque discipline d'une manière personnalisée.

Les enseignements

Rappel

Olafo a démarré avec la même conception dans toutes les zones pilotes :

- identifier des ressources non ligneuses potentielles (palmier, plantes ornementales, plantes médicinales) avant de sélectionner les communautés rurales ;
- identifier les bénéficiaires potentiels avec l'aide des dirigeants locaux ;
- a priori, les activités devaient démarrer avec des groupes et non pas individuellement.

Au cours des années, les stratégies particulières du programme ont été modifiées selon les conditions particulières des zones de travail, et dès lors quelques conclusions peuvent être formulées.

La démarche de travail avec les communautés

Dans les zones de pauvreté, c'est en répondant aux besoins immédiats, mais en évitant de tomber dans le piège des projets de développement paternalistes, que la réponse de la population à l'introduction d'améliorations productives est la plus favorable.

Les populations indiennes possèdent une organisation plus efficace surtout pour planifier et orienter l'utilisation de ressources naturelles avec lesquelles elles ont, traditionnellement, plus d'affinité.

Il est nécessaire de distinguer clairement les activités d'approche des communautés (pour gagner la confiance des populations locales en solutionnant quelques besoins immédiats), celles qui visent l'organisation communautaire et celles qui ont pour objectif l'organisation pour la production.

Il est nécessaire de développer des activités de formation concernant les techniques exigées par la mise en œuvre d'alternatives immédiates de production. Celles-ci peuvent induire simultanément une amélioration des systèmes de production et l'organisation à une petite échelle, de manière à impliquer ensuite les bénéficiaires dans des activités productives de plus long terme.

Au sein des activités d'un programme de ce type, le thème de l'organisation communautaire doit se constituer en un objectif en soi. Les expériences acquises en matière d'organisation sont tout au moins aussi importantes que les alter-

natives de production identifiées par le programme. En effet, ce niveau supérieur d'organisation permet ensuite aux bénéficiaires d'assumer la gestion de par leur propre initiative.

Il est nécessaire de prendre comme point de départ les structures d'organisation existantes pour pouvoir induire de nouvelles alternatives productives au sein des systèmes de production (ces derniers incluant aussi les structures économiques et d'organisation).

Bien que les premiers contacts d'un agent externe avec la réalité d'une communauté puissent se faire par l'intermédiaire de ses dirigeants, il est nécessaire par la suite de diversifier les sources d'information et de contacts. En effet, il existe toujours des conflits d'intérêts (économiques et politiques principalement), et les dirigeants ne représentent pas nécessairement l'ensemble ou la majorité de la population locale.

Il est nécessaire de prendre comme point de départ les connaissances empiriques des populations locales, et les concilier avec les connaissances techniques et les expériences existantes.

D'une manière générale, dans toutes les zones pilotes, les groupes des communautés n'ont pas influencé significativement la sélection des ressources non traditionnelles ou les activités de recherche. Cependant, lorsqu'il s'est agi d'améliorer des activités productives connues des familles, leur apport a été décisif.

Lorsque les paysans ont constaté ou compris les avantages qu'ils pouvaient obtenir de l'utilisation contrôlée des ressources naturelles, ils ont été les premiers à la promouvoir (cas à Talamanca où les agriculteurs récupèrent les plantes ornementales et médicinales des forêts, des fermes où des exploitants forestiers allaient extraire des arbres sans aucun égard pour les autres ressources).

La stratégie générale du programme

L'analyse des systèmes est, plus que jamais, un instrument nécessaire pour affronter simultanément deux défis apparemment contradictoires : le développement (normalement associé à la production pour la satisfaction immédiate des besoins de la population, et ce sur la base d'une exploitation non contrôlée des ressources naturelles) et la conservation (normalement associée à l'intangibilité des ressources naturelles).

La formation des équipes techniques de terrain dans les pays est un des résultats du programme.

Il est clair que chaque acteur impliqué dans un programme au niveau rural a des objectifs et des contraintes de temps différents. Dans le cas des programmes concernés par l'aménagement des ressources naturelles au niveau communautaire, les mécanismes de financement obligent à accélérer les prises de décision et à obtenir des résultats concrets à court terme. Ce rythme ne correspond que très rarement (voire jamais) à celui des communautés. Il en résulte qu'il est nécessaire d'arriver à un compromis entre les différents acteurs impliqués.

- Les institutions n'ont pas capitalisé l'expérience vécue.

Les problèmes analysés plus haut ont conduit le programme, pour garantir les résultats, à miser plus sur les organisations locales que sur les agents externes (institutions d'Etat ou ONG).

Facteurs limitants et perspectives des expériences de Olafo

Les principaux facteurs limitants de cette expérience sont les suivants :

- il s'agit d'une expérience limitée dans le temps et dans l'espace ;
- sa validité est restreinte aux zones de frontière agricole ;
- il n'y avait pas a priori une stratégie complètement définie. Celle-ci a été élaborée au fur et à mesure.

Malgré les progrès réalisés par le programme, il n'en reste pas moins que les activités qu'il est nécessaire d'affronter sont complexes : problème foncier ; droits d'utilisation des ressources naturelles selon les recommandations techniques qui doivent être formulées (par exemple au sein de la Convention internationale des espèces menacées) ; application de mesures de contrôle ; techniques d'aménagement des ressources ; besoins immédiats des populations ; conflits sociaux et politiques internes aux communautés.

Les activités des programmes concernés par la définition de politiques en matière de gestion des ressources naturelles doivent reprendre les expériences et cas concrets qui se développent dans bon nombre de pays pour pouvoir faire passer le message aux instances politiques de décision.

Influence of Institutional Environment on Project Organization and Technology Development: Three East African Case Studies

Pound Barry[1]; Martin Adrienne[1]; Sutherland Alistair[2]; Hatibu Nuhu[3]; Irungu Johnson[2]

[1]Natural Resources Institute, Chatham Maritime, Chatham, Kent, UK ME4 4TB

[2]Dryland Applied Research and Extension Project, Embu Regional Research Centre, PO Box 27, Embu, Kenya

[3]Department of Agricultural Engineering, Sokoine University of Agriculture, PO Box 3003, Morogoro, Tanzania

Abstract

The UK Natural Resources Institute is collaborating with locally based institutions to conduct three farming systems projects in East Africa. The projects differ in their institutional circumstances, one being within the formal national agricultural research system of Kenya, one within the university research system in Tanzania, and the third being implemented by a nongovernment organization (NGO) in Uganda. The paper analyzes the effect of institutional situation on project development and implementation, and on the effectiveness of technology identification, generation, and dissemination. Despite the differences in institutional history, main purposes, and structure, all three projects have carried out useful farmer-oriented research that is likely to provide relevant technologies to smallholder farmers in the project target areas. Key elements in each case are clear leadership and encouragement from the head of the institution, reliable and adequate operational funding, dynamic and evolving activities and methods, the collegiate involvement of farmers and extension services, and strong links with specialists in national and international research programs. In two of the three cases an important part of the present workplan is the encouragement of village-level structures that will take a lead in the setting and implementation of 'their' research agenda. There remain problems with the sustainability of the research, which is dependent on donor funding for operational costs, and has funding horizons (three years) that limit the capacity to identify research opportunities, develop solutions or support dissemination.

Key words

Institutions, National Agricultural Research System (NARS), *university, nongovernment organization* (NGO), *farming systems research, participatory research, on-farm research, Africa.*

Résumé

Influence des institutions sur l'organisation des projets et le développement technologique : trois études de cas en Afrique orientale

*L'Institut des ressources naturelles du Royaume-Uni (*Natural Resources Institute, *NRI) travaille en collaboration avec des institutions basées localement pour la mise en œuvre de trois projets en Afrique orientale sur les systèmes de production. Les projets diffèrent par leur contexte institutionnel : un projet s'intègre dans le système national de recherche agricole du Kenya, un autre dans le système de recherche universitaire de Tanzanie et le troisième a été mis en oeuvre par une organisation non gouvernementale (ONG) en Ouganda. Cet exposé analyse les effets du contexte institutionnel sur le développement et la mise en œuvre des projets, ainsi que sur l'identification, la production et la propagation de technologies. Bien que les cadres institutionnels examinés diffèrent de par leur histoire, leurs objectifs et leur structure, les trois études réalisées sur des exploitations agricoles ont mis en évidence des données utiles, qui déboucheront probablement sur la fourniture d'importants moyens technologiques aux petits exploitants agricoles des régions ciblées par les projets. Les trois projets se sont caractérisés par le leadership et le soutien des institutions, des financements fiables et appropriés, des méthodes de recherche et des activités dynamiques, la participation des exploitants et des services de développement agricole, ainsi que par des liens étroits avec des spécialistes de programmes de recherche à l'échelle nationale et internationale. En fournissant leur soutien, les structures villageoises ont joué un rôle important dans deux de ces trois projets et ce sont elles qui dirigeront la préparation et la réalisation de "leur" programme de recherche. Il reste néanmoins des problèmes concernant la reproductibilité de la recherche, qui dépend de la source de financement pour sa mise en pratique et de sa durée (trois ans) limitant la capacité d'identifier les opportunités de recherche, de développer des solutions ou d'encourager la diffusion de telles expériences.*

Introduction

Disillusionment with the capability of formal, on-station research to provide appropriate technologies for non green revolution smallholder farmers led, in the 1970s, to the farming systems movement (Tripp 1991). This has been influential in complementing disciplinary—or commodity—based research with field investigation activities that acknowledge and work within the circumstances and range of activities of farmers.

This farmer-centered, or client-oriented, research has required researchers to change both their way of working and their skills base. For researchers to be effective, institutions have also had to change to become more outward looking, flexible, and responsive to their client's needs.

The question then arises as to what types of institution are able to provide a working environment conducive to effective farming systems research. Are large, bureaucratic national agricultural research systems (NARSs) able to modify their rigid organizational structures sufficiently to accommodate cross-disciplinary work? Are they willing to change their culture from being top-down and researcher-driven to having the research agenda set by farmers and extensionists? Will subjective technology-assessment methods be acceptable to the research 'establishment'? Is it possible to increase the proportion of operational costs to allow researchers to get off station and work with farmers?

One might suggest that NGOs, with their strong rural contact and comparative flexibility are well placed to carry out farming systems research, but again questions arise: Have NGO staff got the necessary specialist skills? Can NGOs establish strong enough links with basic and strategic research to support their field research? What are the mechanisms for scaling up research findings from a small NGO mandate area to a wider audience?

The three case studies presented here highlight some of these issues, and the ways in which the institution, or the individual project within the institution, has tried to address the issues.

Case Study 1: The Dryland Applied Research and Extension Project (DAREP), Kenya

Lower Embu and Tharaka-Nithi are semi-arid, comparatively remote districts of northern Kenya that have experienced large in-migration over the past 20 years, leading to environmental and food-security problems. A large bilaterally funded project, the Embu-Meru-Isiolo Project, which was initiated in 1988 to address these problems, included a dryland farming component to carry out adaptive agronomic research. The Kenyan counterpart institution was the Ministry of Agriculture, although its involvement in the management and funding of the project was minimal. The project established 10 rural research sites, staffed by locally employed, project-paid site assistants. The sites were used for multilocation trials on a range of agronomic topics over nine rainy seasons. The topics were chosen by the expatriate adviser on the basis of observation, experience, and consultation with extension services. Farmers' open days, with the involvement of local extension staff, were held at each site towards the end of each season as a demonstration of the technologies under test and to gauge farmers' reactions. There was little modification of the trials as a result of the open days, but some on-farm testing of the more popular treatments arose from interest shown by farmers.

In 1993, management responsibility for the project transferred to the Kenya Agricultural Research Institute (KARI), which has the national mandate for agricultural research. External funding, now through KARI, continues to support the project, which under its new guise covers livestock and agroforestry in addition to crops. The transfer created management restrictions as funds and decisions are now controlled by government regulations. The range of technical research areas covered by the project has also created greater administrative and planning demands on support and research staff. Research management and interdisciplinary team planning are not areas generally covered in the training of research staff.

Historically, KARI has been a 'top-down' research organization, but it has recently embraced, in principle, the farming systems approach, and made significant moves towards involving the extension services and farmers in setting the research agenda and in the adaptive parts of the research process. This has given the project, and its on-farm, client-oriented approach, a legitimacy within KARI that it would not have had previously. This has been reinforced by strong support for the project by the Director of KARI and by the Director of the Regional Research Centre at Embu where the project is based. A counterbalance to this is the continued preoccupation of many KARI researchers with the need to develop and thoroughly and quantitatively test packages of practices before release to farmers. This goes against the philosophy of the project, which is to develop a series of alternative ideas for farmers to adapt at an early stage to their circumstances.

Flexible funding procedures, allowing donor funds to be accessed directly by the project, have ensured comparative reliability, timeliness, and adequacy of operational funds. Mobility is a key constraint for many field-oriented research projects and, although far from ideal, the transport situation of the project is tolerable and improving.

A major advantage of the location of the project within KARI is the potential for linkage with national commodity research programs as a source of new technologies for testing and adaptation, and specialist expertise to help with problem diagnosis and experimental design and evaluation.

A recently signed Memorandum of Understanding between the national research and extension institutions has created the formal environment for collaborative activities. Due to its history, the project already had good links with extension, but these will now be further strengthened. However, due to government policy that has given greatest extension support to the high-potential areas of Kenya, extension services in the project area are weak. This means that the dissemination of technologies identified by the project is also potentially weak. To overcome this constraint, and also to improve access by farmers to inputs and markets, the project is making contact with NGOs

operating in its mandate area. This is seen as a vital area for improving project impact that is overlooked by many adaptive research projects.

The 10 rural adaptive research sites established in the early years of the project were chosen so that all farmers were within 25 km of the nearest site. Open days are planned with extension staff and local leaders (chiefs and headmasters) and attendance is good (100–200 people). However, indications are that local people still regard the sites, and their activities, as belonging to the government, rather than to themselves. At the last round of open days, the idea of forming site committees was put to farmers, and in nearly every case they were enthusiastic about the concept. The precise modalities of how these committees will operate and be elected are still being worked out. In addition, the degree to which the sites will continue to be used for centrally planned, multilocation testing, as compared with locally decided, site-specific observations remains to be determined. However, the present set of trials will be modified progressively in response to farmers' comments, and new lines of research will be opened as a result of multidisciplinary diagnostic surveys carried out recently to identify opportunities for adaptive research appropriate to the needs of a large proportion of target (smallholder) farmers.

The prospects for sustainability of research have been enhanced by the integration of the project into the KARI system, the transfer of project management to KARI staff, and the links which are being established between the project and national research programs on the one hand, and NGOs and the government extension service on the other. The establishment of site committees should also encourage sustainability of KARI-led, on-farm research, and, hopefully, stimulate informal research initiated by farmers and supported by expertise and/or inputs from research.

Case Study 2: Rainwater Harvesting Project, Tanzania

The design of this project, which is being implemented by Sokoine University of Agriculture, started in 1988. Ideas were further developed through contacts with other researchers in the Southern Africa Development Community (SADC), and in 1992 the project gained financial support from the Overseas Development Administration (ODA) through funds managed by the Natural Resources Institute (NRI). The research area, soil and water management, was identified as being of high priority by the National Agriculture and Livestock Research Master Plan (Ministry of Agriculture 1991).

The long-term goal of the project is "to contribute to solving the development problem of excessive population pressure on the highland areas of Tanzania by increasing sustainable productivity and population-carrying capacity of flood- and drought-prone, semi-arid areas through more effective management of rain water."

The project was designed to have both experimental and developmental outputs. Controlled, on-station trials are contributing to understanding of the mechanisms responsible for the responses of soils and crops to rainwater management interventions so that the results can be applied with confidence to solve problems in other areas. This aspect of the research meets the needs of the university—which emphasizes 'good science', quantifiable results, and papers published in reputable journals—and the needs of the donor (ODA), which requires the results of research to be replicable over a wide area. The developmental outputs come from the application of the experience gained on-station to on-farm situations, and the subsequent formulation of recommendations.

To meet both aims it was necessary to involve farmers and the extension services from the outset and to form a multidisciplinary team of researchers (agricultural engineer, hydrologist, socioeconomist, agronomist). In addition, there are strong links with UK research institutions (NRI, Silsoe Research Institute, and Newcastle University) to the mutual benefit of each in terms of sharing expertise and data.

The research has three main components:

- (a) socioeconomic monitoring and evaluation of farmers in the target area to generate data for ex-ante and ex-post evaluation of the technical research. (An early activity of the project was a participatory rural appraisal by the team, together with local extension staff, to provide understanding of the farming systems and production constraints in the target area.);
- (b) researcher-managed, on-site trials designed to maximise quantifiable, reliable data;
- (c) on-farm trials designed with farmers and tailored to the specific circumstances of their farms.

While the activity under (b) would be the normal type of research carried out by the university, the activities under (a) and (c) have only recently been fully accepted as important aspects of any research that is not purely academic in nature. A workshop at the university, chaired by the Dean (Bangu 1993), supported farming systems and farmer participatory research as acceptable methodologies.

After two years of the project, four advantages of the three-pronged approach have been demonstrated:

- (a) early interaction with farmers helped to draw on the extensive informal expertise of farmers gained over years of experimentation;
- (b) the location of the experimental farm within the target area has, within a short period, helped to improve farmers' understanding of the mechanisms involved in soil moisture improvement, and therefore increased their willingness to experiment;
- (c) the involvement of the extension service has helped to link rainwater harvesting (RWH) with other technologies recommended in the area, and provided the opportunity to test the reactions of the 'system' to RWH;
- (d) there are indications that the project is stimulating farmers to look for ways of adapting RWH to their farms.

Disadvantages of the approach include:

- (a) The raising of expectations of farmers and extensionists for a quick solution, which research cannot provide, to the complex and serious problems of insufficient and unreliable rainfall. In this context it is

noted that, in common with many donor-funded projects, the funding horizon is only three years, while a minimum of five years is required to produce useful results.

- (b) In seasons of very poor or very good rainfall, the technology provides no benefits. If farmers invest scarce capital and labor in the technology before a season of either extreme, then they might lose interest and confidence in the technology.
- (c) the long distance of the experimental site from the university (700 km), and the teaching commitments of research staff pose logistical problems requiring careful planning.

Case Study 3: Farmer Participatory Research Project, NRI/ActionAid Uganda

The Farmer Participatory Research Project, a collaborative project between NRI and ActionAid Uganda, began in 1992. The project arose out of interest in participatory research methodologies, and ActionAid's wish to develop the existing extension approaches within their agricultural programs. The present objectives are to develop and test appropriate methodologies for promoting active farmer participation in research, and to strengthen farmers' abilities in technology adaptation. The multidisciplinary Farmer Participatory Research Unit (FPRU) operates within the agricultural support programs of ActionAid rural development projects in Mubende district.

ActionAid is a British voluntary organization that supports long-term programs to alleviate poverty in the developing world. Their approach stresses sustainable development and the strengthening of local institutions and community participation in planning of development activities. Emphasis is placed on meeting the needs of both men and women and of disadvantaged groups.

One of the justifications for participatory research is that it encourages rapid testing and adaptation of alternative technologies within the context of resource-poor farmers (Farrington, Martin 1988). Farmers' knowledge and understanding of agricultural problems and processes is the foundation for participatory research, but there is a crucial relationship with scientific knowledge that can support and enlarge the indigenous knowledge system (Bentley 1989).

The FPRU had no pre-established research agenda, but, through a variety of participatory rural appraisal methods, identified farmers' priority problems for research. The two main areas under investigation are the exploration of cassava varieties tolerant to African cassava mosaic virus (ACMV) and different methods of improving soil fertility. Subsidiary work has been done on cassava mites, and varietal assessment of beans.

The unit works with mixed farmers' groups, women's groups, and individual farmers. The FPRU has followed a 'collegiate' approach (Biggs 1987), stimulating farmers' interest in research and building self-confidence in their research abilities. Trial designs were determined largely by farmers, which resulted in a wide range of size and management of trial plots. This approach helped to secure farmers' sense of 'ownership' of the research. Farmers' evaluations at the end of each season have included discussions on trial design and have led to modifications in the following season trials. However, the wider relevance of the trial results remains an issue. Monitoring and evaluation of trials has been through the recording of farmers' perspectives and assessment criteria. Systematic data collection by the unit staff has not been a priority. The need to establish indicators for monitoring and evaluation of achievements in participatory research is an important area for development (Okali et al 1994).

It was an initial concern of both collaborating institutions that the FPRU should not become an isolated enclave, but should complement the ongoing ActionAid extension program, drawing on the contacts ActionAid extension workers have with farming communities. Planning and allocation of field-staff time between extension and participatory research requires flexibility to cope with the demands of both activities and the sometimes unpredictable directions of farmer-led research. Time spent on farmer-responsive field-based activities appropriate to the wider development project has to be balanced with time spent on planning, documentation, and critical analysis of the approaches and research results.

The ActionAid projects are providing a supportive working context for participatory research and have a compatible working philosophy. An advantage of conducting agricultural research within a development context is that the multiple goals of the farming communities can be addressed simultaneously and sympathetically. A salient feature of the ActionAid approach is its poverty focus, which aims to identify the poorest and most vulnerable rural groups and include them in development activities. The FPRU is exploring the constraints to participation in research and technology development faced by poorer households. In developing an experimental program with farmers, they try to take into account the different needs and capabilities of households across socioeconomic categories and the specific needs of women farmers.

The FPRU team's approach to understanding the perspectives of local communities has presented opportunities for them to contribute to other ActionAid programs. However, their various contributions need careful management if farmer participatory research is to remain the main focus. The project has stimulated interest in participatory approaches within ActionAid, but has also highlighted the importance of training of staff in these approaches.

An important aspect of the FPRU project is the linkages established between farm-level research, local extension, and national and international research establishments. There are both advantages and disadvantages in such a collaboration (Farrington et al 1993). Research institutions often lack the resources to establish and monitor farm-level research, despite recognizing the need for on-farm testing of technologies. The agricultural programs of NGOs can benefit from the specialized agricultural expertise found in research stations and universities, which their own budgets and priorities could not support.

The FPRU has developed contacts with two Ugandan research institutes (Kawanda and Namulonge) and with the University of Makerere. The FPRU staff have gained access to information, planting materials, and soil analysis through these links and have presented workshop papers on their approach and methodologies. On-farm research has generated some requests for the formal research agenda to address, but the involvement of national researchers has been indirect. Contacts with government extension agents in the field are intermittent, although extension personnel are invited to ActionAid seminars and act as facilitators for farmer-training courses.

The future sustainability of research and extension in the ActionAid project area is uncertain as the level of NGO field involvement is unlikely to be replicated in the public sector once such projects end. However, ActionAid and the FPRU together with local communities, are exploring village-level structures through which rural people can undertake their own development planning and link with the government services and research organizations. The experience of the unit will enable it to function in the future as a source of training and advice on participatory research, for other ActionAid projects, other NGOs, and government agricultural institutions.

Conclusions

The three case studies demonstrate that, despite the differences in institutional history, main purpose and structure, all three projects have been able to carry out useful farmer-oriented research that is likely to provide relevant technologies to smallholder farmers in the project target areas.

Two of the three projects have acted on the need to encourage community-level structures to debate, set, and implement (with the project's assistance) research that is relevant to their own circumstances. In the DAREP case these have taken five years to evolve, and are based around 10 field-testing sites used for twice-yearly farmers' open days. From the next rainy season, a proportion of the trials at these sites (and on farmers' fields nearby) will be according to topics, designs, and treatments decided by the 'site committees' made up of community members, project field staff, and government extension staff. The sites will also be used for other activities defined by the site committees such as seed multiplication of varieties requested by farmers. Sustainability and ownership should be increased through increasing input to decision making from the community.

In both the DAREP and ActionAid situations, the need for access of communities to government services for credit and extension advice and to research organizations for genetic materials, technology ideas, and methods for their own informal testing is being facilitated, partly through increasing the confidence of farmers and partly in bringing together communities and development institutions. In the ActionAid case, the research program is integrated with a compatible development program conducted by the same NGO. However the DAREP (NARS) case is not, and, latterly, there has been a push to identify NGOs, farmer groups, women's groups or church organizations that are able to assist with disseminating and complementing the outputs of the project's adaptive farming systems research. The present phase of the Tanzanian (Sokoine) project does not involve establishing or influencing local institutions. However, once established, and with something to offer in terms of technology, a second phase will devote more resources to the 'development' aspects of participatory technology development.

The three case study institutions have very different direct access to expertise. As part of Kari, DAREP has access to a wide range of disciplines, and several links have been set up between the project and national programs. This suggests that there are advantages to operating adaptive FSR projects from within the NARS, but this may only be the case if the NARS is committed to making the outputs of research relevant and available to farmers (as is increasingly the case with KARI). In the ActionAid case in Uganda, the project has attempted to link with national research centers, but, until recently, has found it difficult to establish direct contact with researchers. Thus, in contrast to the DAREP case, there is little feedback from field research into the national research agenda. This is also the case for the Sokoine situation, which has more contact with UK research institutions than with the NARS of the Tanzanian government.

All three projects have had to learn how to implement FSR and farmer participatory research during the life of the project, with significant inputs from expatriate advisers and consultants. Local skills in the management of research and of the resources available for research (local, national, and international) are a constraint in all three case studies; all three projects are placing executive decisions in local hands, with supporting advice as necessary, in order to strengthen this capacity.

Universities often lack 'hands-on' contact with current development problems. The Sokoine project provides that contact for a team of researchers who are also lecturers. Their teaching is thereby made more relevant and the practical lessons learned are imparted to their students. Thus both DAREP (to the NARS) and the Sokoine RWH project (to students) have a wider influence than their project mandates.

The participatory approaches and research findings of the ActionAid project will be shared with and utilized by other ActionAid projects in Uganda and East Africa, and with other NGOs with similar concerns. However, it is sometimes difficult for NGOs to disseminate research experience outside their own networks. The NGO emphasis is on the process of participatory technology development to meet communities' needs, rather than on the formal presentation of experimental results or evidence of technology transfer. Opportunities to attend a common forum for dialog with national research and extension services are limited. It may also be more difficult for an NGO to have an impact in an area where it is not operational, than for a project aligned with the NARS, particularly if the NGO has only limited

access to government extension services or influence on government policy.

Key elements for the successful implementation of adaptive research in each case study are clear leadership and encouragement from the head of the institution, reliable and adequate operational funding, dynamic and evolving activities and methods, the collegiate involvement of farmers and extension services, and strong links with specialists in national and international research programs. These conclusions concur with the findings of the studies conducted by the International Service for National Agricultural Research (ISNAR, The Netherlands) on on-farm, client-oriented research elsewhere (Merrill-Sands, McAllister 1988). Ensuring these elements are present is more important than the type of institution in terms of achieving the objectives of identifying and/or developing location-specific technologies. However, having a direct link into the NARS (as in the case of DAREP) is particularly useful for influencing the national research agenda and obtaining research expertise, and having a direct link to a development institution is helpful to ensure development progresses on a wide, integrated front (as in the ActionAid case).

There remain problems with the sustainability of the research, which is dependent on donor funding for operational costs, and with the short funding horizon (three years) that is insufficient to identify opportunities for research, develop solutions, and support dissemination even for one 'generation' of constraints. A network of community-level structures involved in location-specific adaptive research and development is one way to address these problems.

Acknowledgement

The three projects reported here are supported by the UK Overseas Development Administration and the Governments of Kenya, Tanzania, and Uganda.

References

Bangu N. 1993. Presented at the Workshop on Research Programme for the Faculty of Agriculture to the Year 2000, Sokoine University of Agriculture, Morogoro, Tanzania.

Bentley JW. 1989 What farmers don't know can't help them; the strengths and weaknesses of indigenous technical knowledge in Honduras. Agriculture and Human Values summer:25–31.

Biggs SD. 1987. Proposed methodology for analysing farmer participation in the ISNAR OFCOR study. Agricultural Administration (Research and Extension) Network Newsletter No. 7. London, UK: Overseas Development Administration (ODA).

Farrington J, Bebbington A, Wellard K, Lewis DJ. 1993. Reluctant partners? Non-governmental organisations, the state and sustainable agricultural development. Routledge.

Farrington J, Martin A. 1988. Farmer participation in agricultural research; a review of concepts and practices. Occasional Paper No. 9. London, UK: Overseas Development Institute (ODI).

Merrill-Sands D, McAllister J. 1988. Strengthening the integration of on-farm client-oriented research and experiment station research in national agricultural research systems (NARS): management lessons from nine country case studies. OFCOR Comparative Study No 1. The Hague, The Netherlands: International Service for National Agricultural Research (ISNAR).

Ministry of Agriculture. 1991. National agriculture and livestock research master plan. Dar es Salaam, Tanzania: Ministry of Agriculture.

Okali C, Sumberg J, Farrington J. In press. Farmer participatory research: rhetoric and reality. London, UK: Intermediate Technology Publications/Overseas Development Institute.

Tripp R (ed.). 1991. Planned changes in farming systems: progress in on-farm research. New York, USA: John Wiley and Sons.

La construction du dialogue entre chercheurs et paysans à travers l'expérience du CAT

Muchagata Márcia G. ; de Reynal Vincent ; Veiga Iran Jr.
LASAT-CAT, Caixa Postal 203, Marabá - PA, Code Postal : 68 501-970, Brésil

Résumé

Le CAT (Centro Agro-ambiental do Tocantins), *situé dans une région de front pionnier en Amazonie brésilienne (Marabá, Pará), a pour objectif d'appuyer une consolidation de ce front qui soit favorable au paysannat local. Ce programme se base sur une articulation entre la recherche et les organisations paysannes. Après cinq années de fonctionnement, on constate que la participation de ces organisations à l'orientation du programme, et plus particulièrement à la recherche, a peu avancé. A l'aide d'exemples, le groupe de recherche présente la vision qu'il a des difficultés rencontrées pour la réalisation de ce processus ; celles-ci ont trait notamment à la perception des objectifs et possibilités du partenaire et à la non-prise en compte des stratégies, politiques et institutionnelles, des organisations paysannes. La recherche prétend désormais prendre davantage en compte les interactions entre les agriculteurs et leurs stratégies (système agraire) et les autres composants du partenariat (les organisations paysannes et la recherche). Articulé avec la valorisation des capacités cognitives des agriculteurs et la réalisation d'actions de développement, ce programme devrait faciliter la construction du dialogue entre la recherche et le développement.*

Mots clés

Amazonie brésilienne, organisation d'agriculteurs, recherche participative, systèmes de connaissance et information, front pionnier, recherche-développement

Abstract

Building Dialog between Researchers and Small Farmers: the experience of the Centro Agro-ambiental de Tocantins

The general objective of the Centro Agro-ambiental do Tocantins *(CAT), which is based in a frontier region of Brazilian Amazonia, is to improve the living conditions of low-income farmers. This program is based upon a close relationship between researchers and farmers' organizations. After five years of operation, we have noted that participation of these organizations in directing the program, and especially in research itself, has not developed as intended. In this paper, the research team analyzes the obstacles to participation—notably, the partner's perception of objectives and opportunities, and lack of consideration for the political strategies of farmers' organizations—with reference to some examples. From now on we intend to emphasize not only farmers' individual strategies, but also interactions of these strategies with those of other partners (farmers' organizations and the research team). By integrating local farmers' agricultural knowledge and development actions, this program ought to help instigate dialog between researchers and farmer's organizations.*

Introduction

La réflexion sur le dialogue entre recherche et développement présentée ici s'appuie sur les travaux réalisés dans le cadre du programme "*Centro Agro-ambiental do Tocantins* — CAT". Ce programme, installé en un front pionnier particulièrement dynamique — le sud du Pará, en Amazonie orientale brésilienne — est entré progressivement en fonctionnement, à partir de 1989. Il vise à participer à la mise en place d'une agriculture familiale forte, mettant en œuvre des systèmes d'exploitation du milieu stables et reproductibles, à partir d'une collaboration étroite entre chercheurs et paysans organisés.

L'expérience de cinq ans de ce programme a montré la difficulté de construire un réel partenariat entre les acteurs de la recherche et ceux du développement. Ce texte présente la vision qu'a le groupe de recherche des principaux

problèmes et blocages à ce processus et présente les voies qu'il prétend suivre pour l'améliorer.

Le cadre du dialogue

Commencé il y a une vingtaine d'années, c'est au milieu des années 80 que le processus d'occupation de terres s'intensifie dans la région de Marabá. Il est marqué par des conflits nombreux et violents qui opposent les paysans migrants à d'autres acteurs, plus gourmands en terres. C'est durant cette période de lutte pour le foncier que la plupart des organisations syndicales de la région se sont émancipées du pouvoir central qui les avait créées quelques années auparavant. Ce mouvement fut appuyé par certains secteurs de l'Église catholique, alors principal interlocuteur des paysans, notamment la CPT — *Comissão pastoral da terra*. De son côté, un groupe de chercheurs de l'UFPa *(Universidade federal do Pará)* débutait un travail de recherche socioéconomique et d'appui aux mouvements d'organisation rurale.

La terre étant conquise et les luttes diminuant d'intensité, on se devait alors de travailler à la consolidation de la paysannerie et de lui garantir les conditions nécessaires à sa stabilisation dans la région (Hébette, 1991). Deux éléments rendaient la région de Marabá particulièrement favorable (relativement à d'autres régions du Brésil) à la consolidation d'une paysannerie forte : d'une part, l'installation massive des petits agriculteurs, et donc leur poids (politique et économique) relatif, d'autre part, l'existence d'organisations paysannes (les syndicats) forgées à l'occasion de la lutte pour la terre.

Il s'agit donc au départ de deux groupes sociaux bien distincts : des dirigeants syndicaux et leurs conseillers, forts de leur légitimité et de leur base sociale, et une poignée d' "intellectuels", sûrs de leurs expériences et convictions et forts de leurs appuis institutionnels. Nous considérons, avec le recul des années, que la compréhension de cette alliance entre paysans et universitaires — concrétisée par un programme commun, le CAT — est de première importance pour appréhender l'objet de notre réflexion.

L'attente des dirigeants syndicaux

Les dirigeants syndicaux demandaient à de vieux alliés de confiance un appui à différents niveaux (institutionnel, humain, matériel, financier), qui soit susceptible de retourner en faveur des paysans la dynamique en cours (Barros A. F., 1992). Ils estimaient que, si l'on ne faisait rien, il resterait peu de choses de ces années de lutte acharnée pour conquérir le droit à la terre par et pour ces dizaines de milliers de familles. Conscients du rôle mobilisateur qu'avait joué l'attrait de la terre et de la fonction unificatrice (organisatrice) de la lutte, ils se rendaient bien compte que, la terre conquise, les agriculteurs confirmés dans leurs droits de "posse", le syndicat risquait lui-même de sombrer ou, au mieux, de retourner au clientélisme d'avant la lutte s'il n'accompagnait pas les préoccupations des agriculteurs. Ce formidable travail quotidien qu'avait requis la formation de syndicats autonomes des pouvoirs en place serait perdu à jamais et, avec lui, tout espoir de construire de véritables organisations, susceptibles de défendre les intérêts paysans.

La proposition des "universitaires"

Le petit groupe d'universitaires qui souhaitait participer activement au développement d'une agriculture familiale amazonienne stable et reproductible désirait installer une nouvelle pratique de recherche, qui serait menée en coopération étroite avec les acteurs directement concernés. Cette collaboration ne devait pas se limiter à une simple bonne volonté de part et d'autre mais devait revêtir la forme de véritables contrats entre les deux parties. Programmation, travaux et résultats devaient être conduits avec la participation active des agriculteurs.

Il paraissait évident à tous qu'un véritable dialogue entre recherche et développement passait nécessairement par le renforcement d'organisations paysannes autonomes. Il fallait donc, parallèlement à l'installation d'une équipe susceptible de réaliser cette recherche au profit des organisations paysannes, s'assurer que ces dernières auraient les moyens de se faire entendre, c'est-à-dire qu'elles disposeraient de véritables pouvoirs, politiques et financiers. Bien entendu, il s'agissait là d'un processus qui ne pouvait se concevoir que sur le long terme. Il constituait, en fait, l'expectative majeure de la collaboration.

Compte tenu des objectifs ambitieux du projet en regard de l'histoire régionale et nationale, il convenait d'assurer à ce partenaire une couverture institutionnelle sûre, à l'abri de laquelle il pourrait progressivement se renforcer et être à même un jour de jouer pleinement son rôle. Jouissant d'une relative autonomie vis-à-vis des politiques de l'État, l'université fédérale du Pará accepta de jouer ce rôle, qui convenait bien à son orientation vers les populations de l'intérieur. Elle trouva un appui décisif en certaines institutions étrangères (le GRET — Groupe de recherches et d'échanges technologiques — et l'UAG — Université des Antilles et de la Guyane — notamment).

Ainsi, à la demande globale de quelques dirigeants syndicaux, les universitaires proposent la mise en place d'un programme réunissant deux entités : l'une, de développement (la FATA — *Fundação agrária do Tocantins-Araguaia*), contrôlée par les syndicats de la région ; l'autre, de recherche, contrôlée par les universitaires (le LASAT — *Laboratório sócio-agronômico do Tocantins*). C'est le fonctionnement de ces deux entités autonomes, mais travaillant en étroite collaboration en vue du développement de l'ensemble des familles paysannes d'une grande région (quatre communes, 40 000 km^2, 15 000 familles), qui constituera le programme CAT (NAEA-UFPa, 1988). On faisait le choix délibéré de s'atteler d'emblée au développement de l'agriculture familiale sur une vaste région ; mais on souhaitait aussi poser la question de l'élaboration et de la mise en œuvre de propositions techniques et économiques autrement qu'en simple terme de changement d'échelle : la participation paysanne constituait l'élément majeur sur lequel on s'appuyait pour contourner l'une des limitations des projets de recherche-développement, à savoir, la difficulté de travailler sur une grande étendue comportant une diversité importante de conditions agroécologiques et socioéconomiques (Pillot D., Lalau-Keraly A., 1984).

Les syndicats, compte tenu à la fois de la confiance dans leurs partenaires et des avantages, même indirects, qu'ils

en tireraient, pouvaient difficilement refuser de participer à un tel montage.

Premiers balbutiements

Le CAT réunissait donc des conditions particulièrement favorables pour une véritable collaboration entre la recherche et les organisations d'agriculteurs. Dès son origine, le programme incorporait, dans sa philosophie comme dans sa structure et son fonctionnement, les concepts de la démarche participative de la recherche agricole, comme le *"respect de la capacité des paysans à produire et traiter les informations (...) ce qui fait de la recherche un processus pédagogique aussi important pour le chercheur que pour la communauté"* (Farrington et Martin, 1990). Mais ce n'est que peu à peu que l'équipe de recherche a perçu la dimension de l'entreprise, le défi, politique bien sûr, mais aussi scientifique que représentait l'instauration d'un véritable dialogue entre deux groupes d'acteurs, culturellement et institutionnellement si distincts, aux attentes si différentes.

A l'aide d'exemples, nous illustrerons quelques-une des difficultés que nous (la recherche) avons rencontrées (et perçues comme telles) dans l'instauration de cette collaboration entre recherche et organisations paysannes.

A chacun son diagnostic

Dans ses premiers travaux, la recherche s'est principalement attachée à appréhender le fonctionnement et l'évolution des exploitations agricoles de la région, mettant en évidence une importante diversité de situations, tant au niveau des milieux physiques et économiques des localités qu'à celui des exploitations. Ces études ont permis d'expliquer la rotation rapide des familles paysannes, qui peut, à terme, vider la région de ces familles au profit des moyennes et grandes exploitations spécialisées dans l'élevage bovin (LASAT, 1992) ; la recherche était désormais plus à même de comprendre et sérier les préoccupations des syndicats sur l'avenir sombre que la dynamique en place laisse pressentir (Barros A. F., 1992).

Fort de sa compréhension du système agraire, le LASAT propose, entre autres, deux thèmes de recherche-action, qui visent, d'une part, à appuyer les familles dans leur nécessaire accumulation (au sens de Tchayanov), d'autre part, à couvrir un large éventail de situations : des familles démunies en phase d'installation à celles ayant déjà constitué un certain patrimoine.

Appui à l'élevage bovin

Dans les circonstances actuelles, l'élevage bovin constitue une pièce indispensable au bon fonctionnement d'une grande partie des exploitations paysannes. Or, d'une part, de nombreuses familles ont beaucoup de mal à mettre en place un élevage de taille significative ; d'autre part, les exploitations dotées d'un troupeau consistant rencontrent de grandes difficultés techniques, notamment à empêcher la dégradation des pâturages (laquelle difficultés joue un rôle important dans la non-reproductibilité de ces exploitations). La recherche propose d'étudier ces problèmes et de mettre au point, avec la collaboration des paysans, des actions d'appui à cette composante importante du système de production.

Commercialisation du bois

Les premières années qui suivent l'occupation des zones vierges enclavées sont les plus difficiles pour l'exploitant. Disposant généralement d'un patrimoine limité, il doit céder ses réserves forestières à un prix dérisoire comparé au prix de vente au centre régional, quand ce n'est pas en simple troc contre une piste précaire. On propose donc de s'investir, recherche et syndicats, dans de petites actions de commercialisation du bois qui fourniraient des éléments techniques, économiques et politiques pour mieux cerner la question et définir une position cohérente sur la gestion des ressources forestières.

Les syndicats se montrent réticents à s'investir tant dans l'élevage bovin que dans la commercialisation du bois. Soucieux de respecter les règles du jeu et d'obtenir l'aval de son partenaire, le groupe de chercheurs revient plusieurs fois à la charge, argumentant qu'un investissement dans ces directions permettrait de rassembler une bonne partie de la base éloignée des syndicats, qui regroupent moins de 20 % des familles paysannes de la région. Ceux-ci trouvent plus opportun de privilégier, d'un côté, l'implantation de cultures permanentes, de l'autre, la valorisation des produits de la forêt autres que le bois. Pour les chercheurs, il est bien entendu que ces thèmes devaient faire simultanément l'objet d'études mais pas en lieu et place des lignes qu'ils proposaient.

Si les syndicats, composés d'agriculteurs pour la plupart en exercice, ne nient pas l'intérêt des propositions pour les familles prises individuellement, ils les remettent en cause du point de vue de leur organisation. Les raisons sont à la fois historiques, économiques et politiques.

Tout d'abord, un investissement dans l'étude de l'élevage bovin comme dans la commercialisation du bois peut donner l'impression que les exploitants familiaux se conduisent comme les grands exploitants de l'élevage et du bois qui, selon le discours des organisations paysannes, sont les véritables prédateurs de la forêt amazonienne. De plus, historiquement, ce sont ceux-là mêmes qui disputent âprement aux syndicats le droit à la terre.

Mais, au-delà de l'image ou du discours idéologique, les syndicats estiment qu'ils courraient un risque très grand à ne plus contrôler la base. En effet, devant les perspectives de gains faciles, les agriculteurs, même mis en garde, pourraient être amenés à vendre l'ensemble de leurs réserves forestières ; de son côté, l'élevage ne fait qu'accélérer le déboisement et, au bout du compte, stimule l'émigration des familles paysannes pour qui la forêt est nécessaire à l'équilibre du système de production. Or, leur stabilisation constitue l'objectif prioritaire puisque ces familles sont la justification principale de l'organisation.

En outre, s'attaquer au commerce du bois, c'est s'opposer délibérément aux tout-puissants pouvoirs économiques. Il estiment donc l'enjeu important, certes, mais les risques bien grands.

La recherche n'avait donc pas pris en compte tout un pan de la question : celui de la dynamique des organisa-

tions paysannes partenaires et de leur vision propre du développement de la région.

La perception du partenaire

Les agriculteurs posent à la recherche la question de la mortalité des animaux de basse-cour. En diverses rencontres réunissant chercheurs, représentants syndicaux et agriculteurs de base durant lesquelles on cherchait à soulever les thèmes de recherche qu'il conviendrait d'approfondir, la question de la mortalité des animaux de basse-cour (volaille principalement) revenait fréquemment. Les chercheurs ont toujours refusé de s'investir sur ce thème, argumentant qu'un prédiagnostic faisait ressortir que, bien que présente dans la quasi-totalité des exploitations, cette composante était de peu d'importance relativement à l'ensemble du système de production et que, d'autre part, la mortalité saisonnière était avant tout une conséquence de la mauvaise alimentation ; celle-ci renvoyait donc à d'autres éléments, notamment aux systèmes de culture et à la question des prix relatifs entre productions végétales et productions animales.

Mais peut-être plus que l'adéquation ou non à la réalité régionale du thème soulevé par les agriculteurs, ce qui a gêné les chercheurs, c'est ce rôle restrictif de "médecins" où semblaient vouloir les cantonner leurs partenaires ; en somme, des gens que l'on consultait, au même titre que de simples prestataires de services préoccupés par les seuls aspects techniques et non pas de véritables collaborateurs, susceptibles de participer largement à leur développement.

Le thème de la mortalité de la volaille se transformait rapidement en une véritable pierre d'achoppement, qui rendait chaque jour plus difficiles les tentatives d'amendement du dialogue. Face au risque de rupture, les chercheurs durent céder et s'attelèrent à la rédaction d'une étude détaillée sur le sujet (Machado, LASAT/CAT, 1994). Mais on peut douter que les rapports et séminaires de restitution répondront aux attentes des commanditaires de cette "recherche-pompier" (selon l'expression des syndicalistes). Pour ne pas retomber dans la même impasse, la recherche devra faire des concessions et accepter, sinon de prescrire de l'aspirine, du moins d'aller plus avant dans la formulation et la mise en place, en collaboration avec ses partenaires, de réponses satisfaisantes à leurs questions et d'aider ainsi les organisations à jouer plus efficacement leur rôle d'intermédiaire entre leurs adhérents et la société globale.

Les questions posées par les agriculteurs sont en fait largement fonction de la vision qu'ils ont des compétences et fonctions de leur partenaire. Refuser de donner suite à une requête, c'est prendre le risque de bloquer la relation et de perdre une excellente occasion de mieux se connaître et d'améliorer cette perception du partenaire.

La précieuse action conjointe

La commercialisation du riz représente un diagnostic rapide et une action-test. Après avoir identifié la commercialisation du riz (diagnostic rapide) comme un problème concernant une grande partie des agriculteurs de la région, les chercheurs ont proposé aux syndicats la réalisation conjointe d'actions-tests : contre promesse de livraison d'une certaine quantité de riz, l'agriculteur se voyait remettre une avance sur récolte avec la garantie de transport collectif, de stockage puis de vente à l'époque des prix favorables (Wambergue *et al.*, 1992). Aux organisations revenaient la sélection des localités et des bénéficiaires ainsi que, d'une façon générale, l'information et le suivi des agriculteurs tout au long de l'opération. A la recherche incombait le suivi-évaluation-redistribution de l'ensemble de l'opération. Les syndicats acceptèrent le principe et renouvelèrent chaque fois leur appui à ces actions-tests qui, répétées, améliorées et amplifiées à chaque campagne, débouchèrent au bout de cinq ans sur la création d'une coopérative.

Les syndicats bénéficièrent de cette opération par l'augmentation de leur influence dans les localités concernées et par les prélèvements financiers réalisés à leur profit à cette occasion. La recherche, de son côté, en retira un certain capital de confiance, qui lui facilita la collecte de données nécessaires à la réalisation d'un diagnostic régional plus ample. Si des études ont pu être conduites malgré une équipe restreinte, c'est en mettant à contribution de nombreux agriculteurs de la base syndicale répartis sur l'ensemble de la région : au-delà des relevés périodiques des prix, ils ont apporté leur connaissance du milieu économique, mais aussi physique, humain et historique dans lequel ils vivent. La recherche systématisa ces informations, en utilisant son propre référentiel et les restitua aux paysans lors de séminaires spécifiques (Angelo Menezes *et al.*, 1989).

Ainsi, outre qu'il suscite la participation des agriculteurs, un travail de recherche qui accompagne une proposition concrète produit des informations directement utiles pour l'action, au contraire de nombreuses expériences dans lesquelles les diagnostics produisent des informations peu opérationnelles (Pillot, Lalau-Keraly, 1984 ; Farrington et Martin, 1990).

Lorsque la proposition rejoint la préoccupation de l'ensemble des acteurs concernés — agriculteurs, organisations et chercheurs — et permet à chacun d'en tirer de réels avantages, de véritables accords peuvent être instaurés. L'action conjointe crée un cadre propice pour une meilleure connaissance mutuelle. Elle facilite la compréhension par les agriculteurs des possibilités de la recherche et permet aux chercheurs de mieux appréhender référentiels et positions des agriculteurs comme des organisations.

Le dialogue : une question scientifique

De cette réflexion sur la collaboration entre recherche et développement au sein du CAT, nous tirons quelques conclusions dont on devra tenir compte lors de la programmation de la recherche pour les prochaines années.

L'objectif étant de développer une collaboration étroite avec les organisations d'agriculteurs qui ont/auront en charge la question du développement, la recherche doit prendre en compte le fonctionnement du système agraire à ses différentes échelles, comme celui des organisations paysannes. Mais c'est l'articulation de ces deux niveaux d'approche qui sera féconde. En effet, les agriculteurs et leurs organisations seront satisfaits (et donc participeront) si les

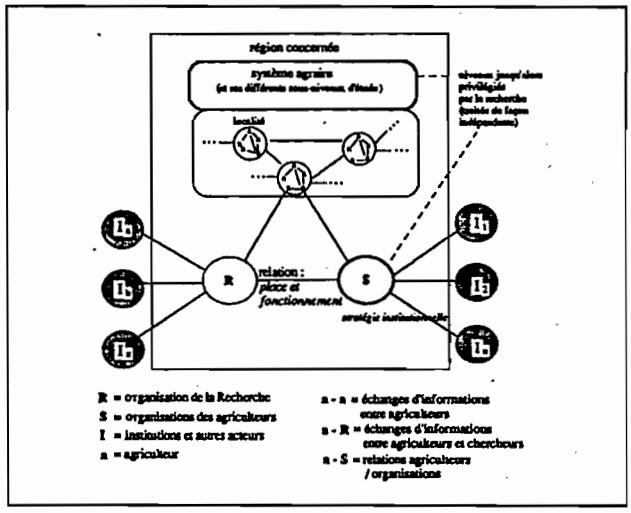


Figure 1. *Articulation entre analyses du système agraire, des institutions et des systèmes cognitifs.*

propositions mises en place correspondent à leurs stratégies. Enfin, la recherche ne saurait négliger la nécessité de se situer dans le dispositif et d'être ainsi plus à même de développer une synergie entre les systèmes d'information scientifique et les systèmes d'information locaux. En effet, l'élaboration des connaissances techniques locales est en partie collective et le dialogue entre paysans transforme les normes techniques qui orientent les activités productives; ces normes forment un cadre relatif à la vision des choses et des actes possibles, qui orientent ces activités (Darré, 1985).

Le défi scientifique est de chercher à articuler une analyse du fonctionnement du système agraire et des institutions (tant des organisations paysannes que de la recherche) à une analyse d'un système cognitif existant au niveau des diverses localités (figure 1). Ceci renvoie à une meilleure articulation entre sciences agronomiques (au sens large) et sciences sociales.

Il nous apparaît clairement aujourd'hui que, bien que favorable, le cadre de collaboration (le CAT) fut arrêté par les chercheurs. On ne s'étonnera donc pas qu'il n'y ait pas de la part des syndicats de véritable demande de recherche relevant d'un processus collectif (Albaladejo C., 1993). Or, la recherche a fonctionné en partie comme si le dialogue était acquis (sur la base des relations de confiance à l'origine du projet) alors qu'il constitue un objectif. Le dialogue ne se décrète pas, il se construit.

Très certainement, une bonne partie des difficultés rencontrées auraient été contournées si l'on avait pris en considération l'autre dimension majeure du programme, à savoir les échanges entre agriculteurs et entre ces derniers et les techniciens, comme outil de recherche et de développement. Et c'est ce processus d'élaboration de connaissances que la recherche se devait, également, d'accompagner et de stimuler. Pour traiter de ce système de connaissances et d'informations, l'équipe de recherche a programmé un grand nombre de moments et lieux de discussions thématiques avec les paysans et les représentants des organisations. Certes, ces rencontres entre techniciens et paysans ne sauraient être suffisantes ; néanmoins, elles favoriseront très certainement un rapprochement des partenaires, nécessaire à la construction du dialogue.

Références bibliographiques

Albaladejo C., 1993. Rapport de mission au CAT (16/9/93 au 2/10/93). Ronéo INRA/SAD,15 pages.

Angelo Menezes M., de Reynal V., Wambergue E., 1989. *Recherche-développement en Amazonie : formalisation du savoir des agriculteurs.* Caribbean Food Crops Society, Guadeloupe.

Barros A. F., 1993. O Centro Agro-Ambiental do Tocantins - CAT - a visão de um sindicalista. *In : Atas do seminário agricultura familiar e desenvolvimento rural na Amazônia oriental.* Agricultures Paysannes et Développement : Caraïbe - Amérique Tropicale, Université des Antilles et de la Guyane, n° hors-série, p. 29-45.

CAT, 1988. *Projeto de Centro Agrário do Tocantins.* Belém, Brésil, NAEA-UFPa, 19 p.

Darré J.-P., 1985. *La parole et la technique. L'univers de pensée des éleveurs du Ternois.* L'Harmattan, Paris, France,, 196 p.

Farrington J., Martin A., 1990. La participation des agriculteurs dans la recherche agricole : concepts et pratiques. Londres, Grande-Bretagne, Overseas Development Institute, Publication Irrégulière, 9, 78 p.

Hébette, J., 1991. O Centro Agro-ambiental do Tocantins : propostas e desafios. Proposta, Fase, 48 : p 32-37.

LASAT, 1992. *Systèmes de production et développement agricole en milieu amazonien.* Ronéo, LASAT/ CAT, Marabá, Brésil, 44 p. + annexes.

Machado R. C., 1994. *Diagnóstico sistema de criação (aves) dos estabelecimentos familiares da região de Marabá.* Ronéo, LASAT/ CAT, Marabá.

Pillot D., Lalau-Keraly A., 1984. Présentation méthodologique de la démarche de recherche-développement appliquée au secteur de la production rurale. *In : Démarches de recherche-développement appliquées au secteur de la production rurale des pays en voie de développement.* GRET, A. Lalau-Keraly et D. Pillot éds., Paris, France, p. 25-46.

Wambergue E., Pereira T., de Reynal V., 1992. As ações-testes, elementos de integração da pesquisa e do desenvolvimento. Agricultures Paysannes et Développement : Caraïbes - Amérique Tropicale, numéro hors-série, DAC, Université des Antilles et de la Guyane, p. 259-279.

Genèse d'une fédération de paysans

Vogel Jean, Krebs Pierre
Chemin du Badémont, 67420 Saales, France

Résumé

En 1987, rien ne différenciait la région de Timbi-Madina, au cœur du Fouta-Djalon, du reste de la Guinée. Six ans plus tard, cette sous-préfecture est devenue le siège de la plus importante fédération de petits paysans. Ces derniers maîtrisent la filière pomme de terre dont le chiffre d'affaires dépasse plusieurs centaines de milliers de dollars. Les auteurs décrivent l'histoire du développement de la région et relatent le processus par lequel ces groupements de paysans ont évolué pour constituer une véritable dynamique de développement en Guinée. Ils montrent comment un petit projet initié par la coopération française a permis l'identification de techniques fiables et la promotion du développement agricole. La philosophie du projet est exposée ainsi que le type de collaboration entre les paysans et l'équipe du projet, qui a donné naissance à un véritable partenariat.

Mots clés

Paysan, fédération, leader, confiance, filière, économique, Guinée, Fouta Djalon.

Abstract

Creation of a Smallholder's Federation

In 1987 Timbi Madina in central Fouta Djalon resembled any other region in Guinea. Six years later it became the center of the largest federation of small farmers. The federation controls the entire potato industry, which has a turnover of several hundred thousands of dollars. The paper records the development of the region and describes how farmers' groups evolved to become a motor for economic development in Guinea. The process is linked to a French cooperation project, which led to the identification of reliable techniques and subsequent development of local agriculture. The paper outlines the philosophy of the project that allowed project workers and farmers to work together in a true spirit of partnership.

Introduction

A partir d'une analyse historique du développement en Guinée-Conakry, les auteurs, hommes de terrain, tentent de faire ressortir les facteurs déterminants dans l'émergence d'une fédération de paysans.

Une approche historique riche en enseignements

Le développement agricole au Fouta-Djalon[1] a préoccupé très tôt les autorités coloniales. Cependant, dès le début du siècle, un commandant de cercle déplore que *"par malheur, nos exemples ont souvent été peu concluants, soit que nous n'ayons pas tenu compte des conditions climatiques et telluriques, soit que nous ayons laissé nos expériences inachevées. Nous sommes impatients et peu persévérants"*. (Arcin, 1904).

Dix ans plus tard, les réalisations ne sont pas plus à la hauteur des espérances. Les résultats sont estimés nuls, le coupable serait le service de l'agriculture. Ses actions se limiteraient à des stations d'acclimatation et d'expérimentation dont le défaut serait *"d'opérer en champ clos, hors de la vue de l'indigène"*. L'agent d'agriculture est jugé *"trop occupé à rédiger des rapports, trop casanier, trop confiné dans la théorie improductive"* (Thoreau-Levare, 1913).

Ces critiques correspondent à une situation agricole préoccupante : *" la population (des terres des hauts-plateaux) n'en tire que de maigres récoltes de fonio[2] absolument insuffisantes pour sa subsistance. A cette époque de l'année, elle est décimée par une cruelle famine et vit de racines, de patates, d'ignames (sauvages)"* (Anonyme, 1906-1911). Sur ces hauts-plateaux ne pousse guère que le fonio, dont la production n'est que de 300 à 400 kg/ha,... si les criquets ne

[1] Région montagneuse du nord-ouest de la Guinée, province de Moyenne-Guinée.

[2] *Digitaria exilis*, minuscule céréale très cultivée au Fouta-Djalon.

passent pas par là. Même avec de tels rendements, après sept ans de culture il faut autant de jachère pour conserver le peu de fertilité.

L'évolution des systèmes économiques

La situation aurait été désespérée sans l'évolution des systèmes économiques familiaux par les productions de rente, le commerce et l'émigration.

Le caoutchouc et l'essence d'orange, récoltés goutte à goutte, atteignent des tonnages importants : respectivement 2 040 t en 1912 (Goerg, 1986), et 239 t en 1939 (Chevalier, 1939), avant de disparaître avec l'effondrement des cours.

Les Peuls[3] investissent peu à peu dans le commerce, malgré l'interdit social qui le frappe. L'émigration débute par le *navetana*[4], qui conduit les jeunes au Sénégal. Elle prend encore plus d'ampleur avec la crise de 1929 (Baldé, 1976).

L'agriculture évolue selon les "marottes" des autorités coloniales : café arabica, tabac, pomme de terre, ricin sont essayés, et aussi vite abandonnés.

Quand Mollard (1944) traverse les Timbis[5] où vivent des Peuls sédentarisés, son jugement est sans nuances : *"Le riz n'y viendra jamais (...) l'épuisement des sols est extrême"*. Il confirme ce que notait Vieillard (1937) : *"On est arrivé au dernier stade après lequel il n'y a plus qu'à émigrer ailleurs"*.

Les années cinquante marquent la fin du spectre de la famine grâce à l'argent des navetanes et aux traitements antiacridiens dans les pays du Sahel.

L'agriculture connaît deux évolutions : les Peuls commencent à travailler la terre, tâche jusqu'alors réservée aux anciens esclaves, des bas-fonds[6] sont défrichés et exploités avec deux cultures maraîchères en saison sèche.

Quelques producteurs deviennent de bons professionnels, d'autres abandonnent. Des prix attractifs au départ conduisent à une surproduction de légumes.

A nouveau, les lois du marché vont éliminer ceux qui n'ont pas su s'y adapter.

Un projet qui tente de tirer les leçons du passé

Début 1988, la coopération française initie à Timbi-Madina (sous-préfecture de Moyenne-Guinée) un projet de développement agricole. Lasse des promesses non tenues, la population accueille ce projet avec indifférence, voire méfiance. Si le retour des Français est apprécié après 20 ans d'absence, la faiblesse des moyens mis en œuvre déçoit.

Il s'agit donc de relever un défi :

- gagner la confiance des paysans, des autorités locales ;
- éviter les erreurs du passé ;
- démontrer qu'un développement durable de l'agriculture est possible.

Pour gagner cette confiance, on recherche dles personnes ressources, celles qui détiennent le savoir-faire, qui connaissent l'histoire locale et bénéficient de la reconnaissance sociale. Elles permettent l'indispensable immersion sociale de l'équipe du projet pour assurer la définition d'objectifs fiables.

On sélectionne de petites actions bien ciblées, peu onéreuses, engendrant un gain ou une augmentation de production.

Des actions se concrétisent, un cours d'eau est dérivé, il permet d'irriguer une plaine de 5 ha pour commencer. Un magasin de semences et d'intrants agricoles est ouvert. Prix raisonnables et produits de qualité assurent sa renommée. Auparavant, seuls quelques marchands ambulants vendaient des semences, souvent périmées.

Ces résultats traduisent mal les difficultés rencontrées. La rumeur dit que le "Blanc" ou l'administration vont accaparer le fruit du travail des paysans. C'est sous les sarcasmes que ceux-ci ramassent les ordures du marché pour les composter. En plein ramadan, ils continuent les travaux d'aménagement, avec pour seule récompense l'attribution d'une parcelle de 1 200 m^2. Sur ces terres pauvres, ils se lancent dans une culture pour eux inconnue, le riz irrigué.

Les paysans déterminent les orientations du projet

La confiance, gagnée dès la première récolte de riz, ouvre aux paysans d'autres perspectives. Certains tentent l'amélioration de cultures traditionnelles : fonio, patate douce, oranger; d'autres l'expérimentation de nouvelles spéculations : café, fruit de la passion, pomme de terre...

Fin 1989, les paysans évaluent les opérations en cours. La conclusion tombe : seule la pomme de terre permettra un gain important et rapide.

Parallèlement, une identité de vue s'établit entre les paysans et le projet sur la conception du développement. Seul le développement économique peut engendrer le développement social.

Pour que le premier puisse exister, il est nécessaire que trois conditions soient remplies :

- la mise en place d'un projet souple, évitant toute lourdeur bureaucratique, qui apportera un appui efficace, mettra rapidement en place les moyens humains et techniques nécessaires ;
- la présence de paysans capables de prendre en charge les actions lancées ;
- l'identification d'une production agricole pouvant être développée et en partie commercialisée. Elle garantirait une amélioration des revenus et assurerait le fonctionnement des associations paysannes.

Pour la pomme de terre, la tâche est immense, pour ne pas dire impossible. La faiblesse des rendements, l'enclavement des Timbis (450 km de Conakry) et l'importation mas-

[3] Peuple d'éleveurs sédentarisés qui a occupé le Fouta-Djalon au cours de diverses migrations.

[4] Ou navetane, mouvement de migration saisonnier qui conduit les jeunes (navetanes) vers le Sénégal pour la culture de l'arachide.

[5] Haut-plateau du Fouta-Djalon d'une surface de près de 40 000 ha.

[6] Terres inondées en saison des pluies, autrefois considérées comme maudites.

sive en provenance d'Europe constituent autant d'obstacles à la production locale.

Pourquoi produire alors ? Renoncer, c'est oublier que les importations coûtent cher en devises à la Guinée, qu'elles menacent le potentiel de production de toute une région, malgré leur qualité nettement inférieure.

Le projet accepte de se lancer dans cette opération à la condition qu'en trois ans la filière soit entièrement prise en charge par les producteurs.

Les techniques progressent, le compost associé à une fumure minérale raisonnée limite les maladies et augmente les rendements. La production s'accroit, les prix baissent, mais pas suffisamment pour s'aligner sur les importations. Faute de moyens de stockage adéquates, la mévente s'installe et, en juin 1991, dans de nombreux villages du Fouta, plus de 30 t de pommes de terre pourrissent.

Les lois du marché ne sont plus acceptées comme une fatalité

Les leaders, dont le projet a permis l'émergence, saisissent l'occasion du passage d'une équipe de la télévision pour exposer publiquement les difficultés des producteurs. Immédiatement, l'information circule dans tout le pays. Les groupements de producteurs demandent audience au ministre de l'Agriculture.

L'entretien est houleux, à la sortie les paysans décident d'abandonner, sauf un, Moussa Para Diallo, le leader des paysans de Timbi-Madina. Ancien fonctionnaire, agronome, il s'est imposé à la tête de l'union des paysans par son intégrité et son sens des affaires. Choqué, mais pas découragé, il décide de continuer seul la lutte. Il obtient un résultat : l'ouverture de négociations interprofessionnelles.

Le mouvement paysan se ressoude derrière lui. Face aux lenteurs des négociations, les producteurs menacent, en présence de journalistes de la Radio-télévision guinéenne (RTG), de déverser leurs invendus dans les rues de Conakry... une première en Afrique.

La détermination des paysans est d'autant plus forte qu'ils se savent appuyés par l'équipe du projet. Celle-ci, pour rester fidèle à sa politique en faveur de la prise en charge de leur destin par les paysans, prend le risque d'être renvoyée.

Le chef de l'Etat, le général Lansana Conté, approuve les paysans. Il remplace le ministre de l'Agriculture et demande à son gouvernement de bloquer les importations pendant la principale période de production, malgré l'opposition du Fonds monétaire international.

Des résultats à la hauteur de la détermination des paysans

Les paysans gagnent leur pari. En trois mois, ils livrent près de 500 t de pommes de terre, tout en respectant un calendrier d'approvisionnement. L'histoire pourrait s'arrêter là, mais la RTG en fait le feuilleton de l'année.

Pour la première fois, une production nationale s'impose face aux importations. Ce qui semblait être une fatalité inéluctable s'effondre, grâce à des paysans organisés.

Les paysans de Timbi-Madina ne peuvent plus raisonner seulement en fonctionau niveau de leur sous-préfecture ou de la pomme de terre. Ils ont mesuré l'incompréhension et la méfiance qui séparent les paysans guinéens. Lors d'un séminaire consacré aux organisations paysannes, les rares paysans présents ont été incapables de s'unir. Lors d'un débat entre délégués français, sénégalais, maliens et guinéens, Moussa Para Diallo déclare que l'union des paysans ne pourra se faire que dans la confiance, pour cela il faut qu'ils se connaissent mieux. Il organise donc à Timbi-Madina une rencontre entre représentants paysans de toute la Guinée.

Les 6 et 7 novembre 1992, quatre cents leaders paysans de tout le pays se réunissent à Timbi-Madina. Après deux jours de discussions et de visites de terrain, les conclusions tombent. Elles sont claires et nettes.

Pour permettre le développement harmonieux des productions agricoles, celles-ci doivent pouvoir être exportées vers le Sénégal. Cela impose la réfection de la piste vers ce voisin, qui absorbe dèjà, malgré les difficultés, une certaine part de production. Cette route n'était une priorité ni pour le gouvernement, ni pour les bailleurs de fonds.

Des résolutions qui surprennent

Les paysans du Fouta créent la première Fédération régionale d'organisations paysannes, faisant preuve d'une maturité peu commune.

Leur analyse de l'expérience des organisations paysannes africaines montre que les principales causes d'échec sont l'afflux d'argent et l'incapacité à le gérer, l'absence de réalisations concrètes débouchant sur un accroissement de revenu.

Il est décidé que la Fédération ne gèrera que l'argent destiné à son fonctionnement.

Comme la Guinée importe près de 90 % de sa consommation d'oignon, soit environ 15 000 t, il faut créer une filière pour cette production.

Plus que tous les discours, les échanges entre paysans contribuent à l'unité nationale, il est donc demandé que chaque projet y consacre un budget.

De vieux paysans peuls remarquent que tout ce qui a été fait par le passé a échoué parce que *"nous avons occupé des postes de responsabilité uniquement pour le titre et nous n'avons rien fait de concret" et "qu'il y a toujours eu une personne pour trahir la cause commune".*

Résultat : trois des cinq membres du bureau ont moins de 40 ans. Tous jurent sur le Coran fidélité à la Fédération. Pour montrer son rejet de la ségrégation ethnique, un paysan originaire d'une autre région accède au bureau. Les responsabilités sont attribuées de telle façon que les dirigeants puissent se rencontrer facilement.

Mais le point important est la revendication de la Fédération de représenter tous les paysans et d'instaurer un dialogue direct avec le gouvernement, les organismes d'appui ou les bailleurs de fonds, qui connaissent en général mal les problèmes des paysans. La Fédération doit être partie prenante dans l'identification et l'évaluation des projets.

Les conclusions de la rencontre, largement diffusées par la télévision et les radios rurales, font l'effet d'un électrochoc. Beaucoup d'intérêts sont remis en cause. Certains bailleurs de fonds ayant bâti leur stratégie d'encadrement du monde paysan à partir de fonctionnaires du développement rural, des chefs de programme se montrent réservés, voire hostiles. Certains n'hésitent pas à intimider les paysans ou à tenter d'empêcher la reconnaissance officielle de la Fédération, en vain d'ailleurs.

Construire l'avenir avec pragmatisme

Courant 1993, la Fédération obtient des fonds de la coopération française pour deux permanents et pour lancer la filière oignon.

La Fédération devient l'interlocuteur privilégié du cabinet du Ministre de l'Agriculture. D'autres régions envisagent la création d'une fédération, d'autres leaders émergent.

Pour arriver à ces résultats, le bureau de la Fédération ne tient pas un discours démagogique. Il ne promet pas un avenir facile, mais explique que l'amélioration du sort des paysans passe par l'union, la détermination d'aller jusqu'au bout des revendications, la reconnaissance de la compétence, du travail et de l'intégrité.

Malgré l'accord d'un soutien financier, la coopération française a d'abord du mal à s'adapter à ce nouvel interlocuteur. Sans le consulter, elle modifie l'orientation du projet, envisage d'installer sa direction à Conakry, à 450 km, et récuse le candidat chef de projet retenu par la Fédération. Sous la pression des paysans, la coopération revient sur certaines décisions, l'appui à la Fédération se fera sur place.

Conclusions

La période actuelle laisse apparaître des éléments favorables à la prise en charge par le monde paysan de son propre développement, ce pour la première fois. La crise économique a conduit à la réduction des politiques d'assistanat. Des fonctionnaires "déflatés"[7], des émigrés revenus de pays voisins, des diplômés sans emploi doivent se convertir à l'agriculture. Tous apportent une nouvelle dynamique au monde rural. Le recul de l'autoritarisme de l'Etat et la démocratisation en cours ouvrent de nouveaux espaces de liberté. Les progrès dans la circulation des hommes et de l'information offrent de nouvelles perspectives à un milieu paysan jusque-là coupé des réalités extérieures. Mais ces éléments ne suffisent pas.

Il faut pouvoir continuer à permettre l'émergence de leaders, à instaurer de nouvelles filières de production. Trop de produits à bas prix, souvent de qualité médiocre, inondent les marchés africains pour que l'on puisse avoir confiance dans le système de dérogations du GATT pour les pays en voie de développement. Comment défendre les productions artisanales locales contre celles, industrielles, du Nord ?

Seuls des petits projets alliant souplesse et efficacité, soutenus par des réseaux commerciaux extérieurs pourront aider les paysans. Fort peu de coopération et d'états possèdent les outils pour mener à bien une telle tâche. La majeure partie des spécialistes du développement rural se trouve dans les villes et non sur le terrain avec les paysans.

Les compétences dans le domaine de l'émergence, la formation et l'accompagnement des leaders sont rares. Le franc-parler et l'esprit d'indépendance des leaders dérangent, beaucoup de décideurs n'ayant pas l'habitude de se voir remis en cause. Des leaders sont parfois accusés d'avoir des ambitions personnelles ou politiques.

Pour des raisons de gestion et de capacité institutionnelle qui leur sont propres, bon nombre de politiques de coopération sont dans l'incapacité de mettre en place les petits projets si nécessaires. Ce genre de projet est aussi oublié dans la "professionnalisation"de l'agriculture (dernière marotte?).

Si, dans un avenir proche, les politiques de coopération ne se donnent pas les outils nécessaires pour répondre aux besoins de cette dynamique naissante, elles risquent non seulement d'être inutiles, mais bien d'hypothéquer l'avenir de mouvements paysans riches de promesses. Mais créer des groupements et des fédérations n'assurera pas un véritable développement si ces organismes ne sont pas viables et n'apportent pas de vraies réponses aux besoins des populations.

Références bibliographiques

Anonyme, 1906-1911. Rapports périodiques du Cercle de Pita. Archives départementales.

Arcin, 1 904, Journal du Commandant de Cercle de Pita. Archives départementales.

Baldé M.S., 1976. Un cas typique de migration inter-africaine, l'immigration des Guinéens au Sénégal.

Chevalier A., 1939. Les exportations d'essence d'orange par la Guinée française. Revue de botanique appliquée et d'agronomie tropicale.

Goerg O., 1986. Commerce et colonisation en Guinée. Paris, France,L'Harmattan.

Mollard R., 1944. Essai sur la vie paysanne en Guinée.

Thoreau-Levare, 1913. Rapport agricole du deuxième trimestre. Archives départementales de Pita.

Vieillard G., 1937. Notes sur les Peuls de Guinée.

[7] Fonctionnaire licencié à la suite de son échec aux tests d'aptitude.

Accelerating Technology Transfer through Research–Nongovernment Organization Linkage: Bangladesh Experience

Islam Mafizul[1]; Razzaque MA[2]

[1]System Research Division, Bangladesh Livestock Research Institute, Savar, Dhaka, Bangladesh

[2]National Coordinated Farming Systems Research Programme, Bangladesh Agricultural Council, Farmgate, Dhaka, Bangladesh

Abstract

Technology transfer in Bangladesh is principally the joint activity of the national agricultural research institutes, government organizations (GOs), and numerous nongovernment organizations (NGOs). The current technology transfer functions at the research institutes remain highly disjointed, uncoordinated, and weak. Formal collaboration between NGOs and government agricultural institutions in technology development and dissemination has been infrequent. The example of research–NGO linkage for technology generation and dissemination involving Bangladesh Livestock Research Institute (BLRI) and Proshika is cited. Linkage activities, risk and risk aversion mechanism, joint program implementation strategy, and research achievements are delineated. Favorable impacts of this linkage are: (a) development of sense of understanding and tripartite participation involving research–NGO–farmers in technology verification and dissemination; (b) enhancement of income for landless/marginal farmers and women through beef fattening, dairy cow rearing, and improved chicken and duck rearing programs; and (c) development of the technical knowledge of Proshika staff and farmers. Linkage of other component research institutes with NGOs is called for to develop, test, and transfer a package of systems-based sustainable agricultural technologies for augmenting the income and welfare of rural smallholder farming communities in Bangladesh.

Key words

Linkage, technology transfer, risk, impact, income.

Résumé

Accélération du transfert de technologies par l'intermédiaire d'une étroite collaboration entre ONG et instituts de recherche : une expérience au Bangladesh

Le transfert de technologies au Bangladesh est principalement une activité exercée en collaboration entre les instituts nationaux de recherche agricole, les organisations gouvernementales (OG) et de nombreuses organisations non gouvernementales (ONG). Le transfert de technologies par les instituts de recherche manque actuellement de cohérence, de coordination et de force. Les actions communes menées par des ONG en collaboration avec des instituts agricoles gouvernementaux pour le développement et la diffusion des technologies ont été très peu nombreuses. L'exposé cite un exemple de ce type de collaboration entre le BLRI (Bangladesh Livestock Research Institute) *et Proshika, en présentant les activités en collaboration, les risques et les mécanismes pour écarter les risques, la stratégie de mise en oeuvre des programmes communs et les résultats des recherches. Les conséquences positives de telles collaborations sont : 1) le développement de la compréhension et la participation tripartite des instituts de recherche, des ONG et des paysans pour la vérification et la propagation des technologies ; 2) l'augmentation des revenus des paysans sans terres ou marginaux et des femmes, en développant l'engraissement bovin, l'élevage des vaches laitières, les programmes d'élevage des canards et des poulets ; 3) le développement des connaissances techniques du personnel de Proshika et des paysans. Les instituts de recherche doivent également collaborer avec les ONG pour le développement, le contrôle et le transfert de technologies agricoles durables basées sur une approche systémique, de façon à augmenter les revenus et le bien-être des petits exploitants agricoles du Bangladesh.*

Introduction

In Bangladesh, agricultural research institutes are mandated to conduct commodity-based research and to generate technologies in the experiment stations. Technology transfer to the clientele groups is the joint venture of research institutes under the national agricultural research system (NARS), government organizations (GOs) such as departments of agriculture, livestock, and fisheries, and numerous

local and international nongovernment organizations (NGOs). Of around 13 000 registered NGOs in Bangladesh, about 600 are pursuing development activities scattered throughout the country to alleviate rural poverty; the remainder are very small and operational in limited areas (Chowdhury 1993). The clientele groups of most of the NGOs are the distressed and neglected populations of society. The efforts of NGOs are concentrated mainly on reintegrating landless farmers into irrigation groups to manage and operate irrigation equipment, improving the productivity of poultry rearing among poor rural women, developing and disseminating technologies for rearing improved breeds of duck, experimenting on livestock and social forestry development, vegetable, and fruit production, and improving farming systems. Some of these activities are performed in collaboration with GOs. The approaches to agricultural technology development taken by the leading NGOs in Bangladesh, and their operational linkage mechanisms with GOs are summarized in Table 1.

The NGOs and NARS play many roles in interacting with each other in applied and adaptive research and dissemination. This paper presents the status of NGO–GO collaboration for technology generation and dissemination, a case study of research–NGO initiatives in Bangladesh including its impacts, and provides a conclusion.

Status of NGO–GO Collaboration in Bangladesh

The status of and progress in NGO–GO collaboration in Bangladesh has been documented in numerous contemporary reports (Buckland, Graham 1993; Hassanullah 1991; Khan et al 1992; Khan et al 1993; Mustafa et al 1993; Nahas 1993). Most NGOs have extensive grassroots connections, which give them a comparative advantage for working in remote rural areas and provide channels between local power factions, the local government, and the rural poor. However, NGOs are limited by the scale of their operations to national programs. Also, considerable differences in operational strategies exist among NGOs. Different NGOs may have conflicting views about the prospect, desirability, approach, and terms of NGO–GO collaboration. This probably provides the grounds for GO collaboration with NGOs selected on the basis of nature of activity or technology.

Several collaborative activities have been undertaken by different NGOs and GOs, which have, so far, had mixed results. Proshika's experience in irrigation equipment operated by the landless was constrained by the failure of the Bangladesh Krishi Bank and the Bangladesh Agricultural Development Corporation to deliver credit and spare parts on time. Bureaucratic procedures have delayed decision making, and interdepartmental disputes within the public sector have frustrated efforts of collaborative work, as in the case of Proshika's fisheries and forest protection programs (Khan et al 1993). Similarly, collaboration between the Rangpur Dinajpur Rural Service (RDRS) and the Ministry of Agriculture in installation of treadle pumps for a post-drought rehabilitation program during 1989/1991 suffered as a result of bureaucratic procedures.

On the other hand, Proshika collaborated relatively successfully with GOs in roadside forestry and livestock development programs. The Department of Agricultural Extension is working successfully with the RDRS in group formation, training, and credit management in the Marginal and Small Farm System Crop Intensification Project in

Table 1. Review of approaches to agricultural technology development taken by the leading nongovernment organizations (NGOs) in Bangladesh, and their operational linkage mechanisms with GOs.

NGO	Client groups	Agroecological zones	Technology focus	Operational linkage mechanisms
BRAC[a]	Marginal farmers and landless; women	Central Bangladesh	Backyard poultry, landless irrigation, and many others	NGOs organize communities to take advantage of government supplied inputs, joint NGO–NARS[b] training
Proshika	Marginal farmers and landless; women	Central Bangladesh	Backyard dairy, social forestry, and many others	NGOs organize communities to take advantage of government supplied inputs
MCC[c]	Small/marginal farmers	Northeastern Bangladesh	Varietal testing and management practices in soya, vegetables, potato, etc	Joint trials on fruitfly trapping methods. GOs disseminate NGO soya variety
FIVDB[d]	Landless; women	Central Bangladesh	Ducks: improved genetic materials and management	Linkage with Bangladesh Agricultural University in experimentation
CARE	Marginal farmers	Central Bangladesh	Biointensive vegetable production	
RDRS[e]	Marginal farmers; landless	Central Bangladesh	Treadle-operated low-lift pumps and many other mechanical technologies	Government-issued tenders for manufacture of NGO technology

Source: *Farrington, Bebbington (1993).*
a. BRAC, Bangladesh Rural Advancement Committee.
b. NARS, National Agricultural Research System.
c. MCC, Mennonite Central Committee.
d. FIVDB, Friends in Village Development, Bangladesh.
e. RDRS, Rangpur Dinajpur Rural Service.

northwestern Bangladesh (Hassanullah 1991). The Mennonite Central Committee (MCC) is pursuing continuous collaboration with the Bangladesh Agricultural Research Institute, Bangladesh Rice Research Institute, and Bangladesh Agricultural University in adaptive research programs, although it has suffered several setbacks (Buckland, Graham 1993). Success in collaborative work was achieved when the GOs and NGOs could utilize each other's capabilities, and where no conflict of interest arose.

Successful Research–NGO Initiatives: A Case Study of Bangladesh Livestock Research Institute and Proshika

The resolution of problems restricting the growth and development of livestock at small-farm level and establishment of strong extension–research linkages are the important mandates of the Bangladesh Livestock Research Institute (BLRI). In rural Bangladesh, it is usually the landless/marginal farmers and women who engage in livestock activities. But livestock is beset with many problems at both technical and institutional levels. Orthodox management practices by farmers are the major technical problems, and inadequate knowledge of field problems limits the capabilities of technical personnel to handle them effectively. At institutional level, limited outreach infrastructural facilities of the extension department, orientation for monitoring, and limited availability of transferable technology are the serious restraints. The NGOs are well organized and are better regimented for extension work. A number of NGOs, notably Proshika, include livestock in their work programs; but Proshika's program has suffered from lack of technical support and problems have consequently been encountered during implementation. The BLRI established linkage with Proshika in late 1989 with a view to (a) developing feedback mechanisms for continuous flow of information between scientists, Proshika field workers, and farmers to identify livestock husbandry problems, test new technologies and refine indigenous technologies, (b) devising and testing viable and sustainable models for improved methods of livestock rearing to increase the income and nutritional status of farmers and their families, (c) encouraging and promoting greater participation of farmers in livestock husbandry. The principal aims of this collaboration are to increase the technical literacy of farmers, and to help farmers raise livestock within their resource constraints, generate income, and reduce underemployment.

Linkage Activities and Components

Major activities performed by the participating bodies are as follows.

Proshika

- Organize a farmers' group; select interested and innovative farmers.
- Provide credit to group members for the purchase of livestock, feedstuffs, animal housing material, and veterinary medicines/vaccines.
- Facilitate marketing outlets; arrange repayment of credits.
- Train farmers regarding better livestock raising and healthcare management, and conduct regular visits for monitoring.
- Ensure vaccination and first-hand treatment of livestock through para-vets, and improve the disease reporting system.
- Procure appropriate livestock and ensure continuous flow of materials to farmer groups.

Bangladesh Livestock Research Institute

- Identify livestock problems within the socioeconomic condition of each farm family through a single-shot survey using a standard questionnaire.
- Monitor livestock activities regularly, keeping records of herd dynamics, disease and management problems, feedstuffs made available to the livestock, with possible quantification to determine nutrient availability.
- Verify the effectiveness of indigenous technologies used by farmers.
- Provide tested low- or no-cost technologies to farmers for improving animal housing and management of nutritional status, and to safeguard against diseases.
- Follow all livestock activities, identify problems and solutions, and determine effectiveness and acceptability of the solutions.
- Train Proshika livestock field officers and support staff.

Training

One of the important components of the linkage is the training—formal and informal—of both livestock scientists and Proshika staff on research methodology, data analysis, disease diagnosis, nutritional analysis, data collection procedure, etc.

Risk and Risk Management

Possible risks of the collaboration are as follows:

- discrepancies in ensuring productivity, stability, sustainability, and equitability of the technology performance;
- imbalance in the agroecological system if technologies are introduced without careful analysis;
- interference in indigenous technologies in the absence of methodological analysis of farmers' socioeconomic conditions;
- tendency by both Proshika and BLRI workers to give the impression that they know better than the farmers, and failure to develop more humane relationships and to build rapport with the farmers;
- frequent and tedious interviewing of farmers and their partners;
- indifference towards patient listening to farmers' problems and their ideas or solutions;
- recruitment of insincere and nonmotivated personnel;
- gap in building working relationships between Proshika workers, livestock officers, and BLRI field assistants and scientists;
- inadequate incentives for concerned workers/participating farmers.

Although these risks arose to a certain extent, they were averted by adopting the following measures:

- careful planning and designing of the project involving Proshika, BLRI, and the donor agency;
- quarterly review of the activities by the Project Steering Committee;
- monthly coordination meetings involving Proshika and BLRI staff and a representative of the farmers' group;
- formal and informal training of BLRI and Proshika staff and group farmers;
- provision of adequate incentives for relevant workers and facilitation of mobility.

Program Implementation Strategy

The program is implemented jointly by BLRI and Proshika with the active participation of farmers. The BLRI scientific staff in consultation with Proshika livestock technical workers identify location-specific problems, prioritize research areas through rapid rural assessment (RRA) and reconnaissance survey, and submit research proposals in standard format. Subsequently, the proposals are reviewed by the BLRI task force consisting of a multidisciplinary team of scientists and are recommended for implementation. The Thana livestock officers and veterinary surgeons of the livestock extension department are involved in program planning, monitoring, implementation, review workshop, and technology transfer. The program is implemented according to terms of reference (TOR) agreed by BLRI, Proshika, and the donor. Job descriptions are clearly delineated in the TOR to avoid any conflict or misunderstanding. The multidisciplinary team of core scientists from the BLRI—animal health specialist, nutritionist, fodder production specialist, poultry specialist, statistician, and socioeconomist—provide package support for problem identification and appropriate solutions, design activities for the Proshika sites, analyze results, and prepare models for further extension and acceptance of results or technology. All field-level activities are coordinated by a group of central staff headed by two coordinators from BLRI and Proshika.

Field research activities are continuously monitored and progress is evaluated jointly by the program coordinators. The coordinators and multidisciplinary team from the BLRI visit project sites at least bi-monthly, attend discussion meetings with BLRI field staff and Proshika technical staff, and provide technical guidance as necessary.

At the highest level, a steering committee consisting of the Director of the BLRI, the Executive Director of Proshika, and a representative of the donor agency, meets twice a year to assess work plans, review progress towards achieving the project's goals, and to make any necessary corrections to overall objectives of and resources made available to the project. The intention is to maintain flexibility in program implementation, as experience is gained with this new form of collaboration among research and extension agencies and participating Proshika men and women members. An annual meeting/workshop is organized to review research progress, and farmers' rally and field days are organized to familiarize farmers with the technology and to disseminate information.

Research Impact

Income generation through beef fattening

To obtain maximum production from beef cattle, an on-farm trial was conducted by the BLRI and Proshika in five area development centers (ADCs) of Proshika with nine bull calves of 1–2 years old and 10 bull calves of 2–3 years old. The animals were allocated to two treatment groups—control and supplemented. The supplemented cattle had significantly higher ($P < 0.05$) average daily body weight gain compared with the control group. Due to intervention, net profit increased by 263% for the 1–2 years age group and by

Table 2. Weight gain of beef cattle and economics of fattening, with and without the use of feed supplements, Manikgonj, Bangladesh (1992).

Item	Control (farmers' practice)	Supplemented feed
Cattle (1–2 years):		
period of fattening (days)	75	75
number of cattle	4	5
initial live weight (kg)	56.02 ± 7.3	78.54 ± 26.43
final live weight (kg)	76.63 ± 11.13	114.13 ± 28.89
total live weight (kg)	11.61 ± 4.78	35.08 ± 3.28
average daily gain (kg)	0.154 ± 0.063	0.474 ± 0.043
total cost of rearing (feed and medicine) (US$)	209.88	519.38
gross income from sale of animal ((US$)	10.80	39.20
net profit per animal (US$)	10.80	39.20
Increase of net profit over farmers' practice (%)	263	
Cattle (2–3 years):		
period of fattening (days)	90	90
number of cattle	5	5
initial live weight (kg)	120 ± 5.93	125.8 ± 11.37
final live weight (kg)	155 ± 14.26	167.5 ± 16.91
total live weight (kg)	35.0 ± 16.55	42.6 ± 8.30
average daily gain (kg)	0.388 ± 0.18	0.472 ± 0.092
total cost of rearing (feed and medicine) (US$)	465.62	576.18
gross income from sale of animal (US$)	626.25	722.50
net profit per animal (US$)	32.12	49.28
Increase of net profit over farmers' practice (%)	53	

53% for the 2-3 years age group (Table 2). The results revealed that low-cost feed supplements—straw soaked with 3% urea and 15% molasses, and 1% feed concentrate according to body weight—could enhance animal body growth and increase income many times over that possible with the farmers' traditional rearing practice. The technology was transferred to 45 ADCs in the following year and as many as 450 farmers' groups (each group consists of 15–20 farmers) adopted the package as a cost-effective and income-generating proposition.

Rearing dairy cow as a source of income

Proshika has undertaken a mini dairy program to improve the economic conditions of landless and marginal farmers. The main aim of the program is to introduce improved feeding for higher production in place of traditional practices for feeding dairy cattle. Ten dairy cows were allocated to two treatment groups—the control and supplemented feed. The treated animals were given supplement concentrate—about 1% of body weight—in addition to straw and green grass ad libitum. Average milk production in the supplemented group was significantly higher (2.90 L/day, $P < 0.05$) than in the control group (1.89 L/day), providing an 85% increase of net profit. The introduction of additional feeding and management practices provided 1.01 L of additional milk per day and generated substantial income for landless and marginal farmers (Table 3). This technology has provided access to income generating opportunities for the landless women who are more skilled in livestock management, and especially in dairy cow rearing, in rural Bangladesh.

Small-scale broiler rearing

Small-scale broiler rearing with a capacity of 200 birds was introduced among rural landless and marginal farmers as an additional income-generation unit. The average net profits per kilogram for one batch of Ross-208 broilers reared on litter for 50 days in a lighting system consisting of (a) electric bulbs or (b) kerosine lanterns were 30.95% and 9.10%, respectively. The net profits obtained for 200 farmer-reared birds were US$76.80 in an electric lighting system and US$23.96 in a kerosine lighting system (Table 4). The study revealed that, in the absence of electricity in remote rural areas, farmers could also augment income through broiler rearing using a kerosine brooding system. Landless women have gained confidence in the technology, and, to date, 20 women's groups in four ADCs have adopted the technology and improved their economic and social positions.

Duck rearing under improved management

Proshika's efforts are being made to improve the existing duck production of group members—virtually landless and marginal farmers—of low-lying haor areas. The group members are rearing nondescript local ducks in small flocks (150–250 ducks) as scavengers. Prior to initiation of this research program, duck mortality was high due to disease, unscientific housing, and the traditional management system. The introduction of a routine vaccination program and scientific steps towards better management—including housing arrangements—reduced mortality of productive ducks from 50–60% to 17–21%. The average egg production of existing local ducks in housing is about 20%, but a reduction in mortality due to improved management has resulted in increased egg production, which has contributed to higher farmers' income. Table 5 shows that a net profit of US$243.95 was achieved for egg production from 165 ducks reared for 34 weeks (benefit–cost ratio = 1.60). It is possible to conclude that, with better housing and management provisions, duck raising has great potential in low-lying haor areas having abundant natural feed (eg, snails, oesters, small fish, insects, and ratoon crops). Khaki Campbell ducks—a good layer-type breed—have recently been introduced with encouraging results (60% egg production from Khaki Campbell compared with 16% from the native duck). Appropriate design of low-cost duck housing and standard energy supplementation with rice polish have been sugges-

Table 3. Milk production and profitability of dairy cows, with and without feed supplements, Manikgonj, Bangladesh (1992).

Treatment	Total expenditure (feed + other) (US$)	Period of lactation (days)	Milk yield (L/day)	Gross income (US$)	Net profit (US$)
Supplemented feed	38.38	189	2.90	164.43	126.05
Control	27.18	168	1.89	95.26	68.08

Table 4. On-farm performance of small-scale broiler operations using different lighting/brooding systems, Manikgonj, Bangladesh (1992).

Item	Electric bulb	Kerosine lantern
Average live weight gain (g)	1390	1159
Average feed consumption (g)	3285	3465
Feed conversion ratio	2.37	2.99
Mortality (%)	14.25	9.75
Income per kilogram (US$)	1.37	1.37
Expenditure per kilogram (US$)	1.05	1.26
Net profit per kilogram (%)	30.95	9.10
Total income from 200 birds (US$)	324.90	286.86
Total cost of 200 birds (US$)	248.10	262.90
Net profit from 200 birds (US$)	76.80	23.96

Table 5. Production performance of duck reared under a scavenging system in the Netrokona haor areas, Bangladesh (1992).

Item	Female group member's farm[a]	Male group member's farm[a]	All farms[a]
Size of flock at first production	148 ± 61	206 ± 7	165 ± 58
Period of production (weeks)	36.20 ±9.81	29.50 ± 8.50	34.28 ± 9.94
Total egg production	7120 ± 4210	9475 ± 284	7793 ± 3628
Egg production from housed ducks (%)	18.66 ± 2.85	23.89 ± 5.46	20.15 ± 4.68
Egg weight (g)	59.99 ± 1.53	61.77 ± 0.98	60.50 ± 1.62
Mortality during production (%)	21.06 ± 17.74	16.74 ± 0.35	19.83 ± 14.64
Income (US$)	565.55	741.78	653.68
Expenditure (US$)	388.55	430.93	409.73
Profit (US$)	177.00	310.85	243.95
Profit (%)	45.55	72.13	59.54
Benefit–cost ratio	1.45	1.72	1.60

a. Mean ± standard deviation.

ted to the farmers as measures for maximizing egg production and income.

Strengths and Weaknesses of Linkage

This is a new type of GO–NGO collaboration and experience is limited. This linkage has provided opportunities for transferring the new technologies to the grassroots. A number of appropriate technologies and a livestock management practices conducive to the socioeconomic improvement of resource-poor farmers have been developed—some have already been transferred and some are in the process of field extension. Farmers have developed sustained interest in adopting cost-effective livestock technologies. Mutual trust has developed in addressing rural poverty issues through joint field testing of GO technologies and dissemination via NGOs. Enhanced NGOs benefit from access to specialist skills in disciplines such as animal health, animal husbandry, statistics, socioeconomics, experimental design, and analysis. Participatory methods involve joint GO–NGO training, diagnosis, research planning, programming, and review, monitoring, evaluation, and implementation of action-oriented adaptive research. The GO research team became more aware of and oriented their activities towards the needs of the rural poor. Opportunities emerged for the NGO and their clientele—the rural poor—to benefit from better focused research as a result of the interaction with GOs. From the gender point of view, the female group achieved self-reliance and improved social status.

Fear of discontinuity of donor funding and/or NGO loan provision for the farmers may jeopardize technology adoption and dissemination, hence the link may be short-lived. The current link with NARS institutes and other NGOs working on similar technology issues is weak, and coordination between government extension departments is inadequate; the result is hindered technology transfer in the extrapolation area. In addition, efforts are small-scale and limited to beneficiaries having access to NGO loan provision. Regarding vaccination, lack of coordination between GOs and NGOs, and different modes of service have caused two problems in program implementation. Firstly, the free vaccination campaign of GO extension officials has resulted in farmers' reluctance to use the services of NGO-trained vaccinators who are paid to vaccinate. This type of GO service has had a serious effect on the vaccination program. Secondly, the different approach taken for NGO–NGO involvement has also hampered the vaccination campaign. The initiative of GO to streamline GO–NGO and NGO–NGO services without interfering in the respective approaches could improve the situation. Frequent transfer of GO personnel is hindrance to joint-program operation. Slow and bureaucratic government procedures and formalities often delay the release of donor funds.

Conclusion

The BLRI is the only prospective research institute in Bangladesh to take a leading role in livestock research. Regardless of the technical messages identified in the past by the BLRI, their dissemination was difficult because of the absence of established communication links between the institute and the extension departments of the government or NGOs. Establishment of linkage has enhanced the income and welfare of landless/marginal farmers, especially rural womenfolk, through beef fattening, introduction of mini dairies, and improved poultry and duck rearing. This collaboration has also developed a sense of understanding and tripartite participation involving research–NGO–farmer in technology verification and dissemination. Proshika field workers and farmers have developed their technical literacy and have greater aspirations for higher income and better living standards. Ultimately, this has motivated them to expand livestock and adopt cost-effective sustainable technologies. This collaboration does not have adverse political implications. As the linkage is strongly bonded, with agreement on clearly defined undertakings and terms of reference between the GO, the NGO, and the donor, there is little scope for the NGO to lose its independence or face conflict in operating its own program. The tangible benefit of this collaborative research-extension program is that it has inspired other NGOs, namely, BRAC and PRISM, to establish links with the BLRI to attempt to alleviate rural poverty through action research in their areas of operation. The development and transfer of more sustainable systems-based technologies for the well-being of smallholder rural farming

communities calls for collaborative efforts between other component research institutes and NGOs. Although the NGO programs are in need of improved technical content, the research institutes can provide information to the NGOs about the characteristics of the new technologies, explain the context in which the new technologies should be used, and ensure that the messages delivered to the farmers are correct and sufficiently detailed. The NGOs, in turn, can provide important feedback—concerning selection of the right technology for development and farmers' reactions about new technologies—to the research system through their well-established implementation and monitoring systems. Significantly extended field testing of technical messages would also be possible through such linkage for their recommendation on sufficiently well-tested messages. Refinement of beef-fattening technology in the light of farmers' low-cost innovative practices, and unidentified duck diseases that are responsible for economic loss are examples of NGO feedback to research. Farmers' found that broiler rearing using a kerosine brooding system, and fattening using urea molassed straw technology—although a bit cumbersome—appeared to be highly remunerative and adaptable.

Acknowledgement

The author is grateful to the Ford Foundation for financial support of the BLRI–Proshika Collaborative Research and Extension Project, and to Proshika staff and farmers for implementing the project successfully.

References

Buckland J, Graham P. 1993. The Mennonite Central Committee (MCC): collaborative trials, soybean research and securing the adoption of appropriate varieties. Pages 66–73 *in* Non-governmental organizations and the state in Asia—rethinking roles in sustainable agricultural development (Farrington J, Lewis DJ, eds.). London, UK: Routledge.

Chowdhury MK. 1993. Opening FSRD linkage for non-governmental organizations: why and how to do it. FSRD Working Group issue Paper No. 7. Dhaka, Bangladesh: NEFSRD/BARC. 8 pp.

Farrington J, Bebbington A. 1993. Reluctant partners? Non-government organizations, the state and sustainable agricultural development. London, UK: Routledge. 222 pp.

Hassanullah M. 1991. NGOs and public sector agricultural research and extension in Bangladesh. Paper presented at the Asia Regional Workshop on NGOs, natural resource management and linkages with the public sector, 16–20 September 1991, Hyderabad, India. 12 pp.

Khan M, Haque A, Mahfuz DK, Sahidullah M, Mukammeluddin A. 1992. NGOs working in farming system development: case studies in Bangladesh. Paper presented at the Asian farming system symposium, 2–5 November 1992, Colombo, Sri Lanka. 10 pp.

Khan M, Lewis DJ, Sabri AA, Shahabuddin M. 1993. Proshika's livestock and social forestry programme. Pages 59–65 *in* Non-governmental organizations and the state in Asia—rethinking roles in sustainable agricultural development (Farrington J, Lewis DJ, eds.). London, UK: Routledge.

Mustafa S, Rahman S, Sattar G. 1993. Bangladesh Rural Advancement Committee (BRAC): backyard poultry and landless irrigators programmes. Pages 78–82 *in* Non-governmental organizations and the state in Asia—rethinking roles in sustainable agricultural development (Farrington J, Lewis DJ eds.). London, UK: Routledge.

Nahas F. 1993. Friends in Village Development, Bangladesh (FIVDB): improved duck rearing practices. Pages 74–77 *in* Non-governmental organizations and the state in Asia—rethinking roles in sustainable agricultural development (Farrington J, Lewis DJ, eds.). London, UK: Routledge.

Development of Sustainable Farming Practices through Collaborative Government and Nongovernment Organization Linkages

Case Study in Bangladesh

Gupta Modadugu V.

International Center for Living Aquatic Resources Management (ICLARM),MCPO Box 2631, Makati, Metro Manila, Philippines

Abstract

Studies were undertaken to develop linkages between a government fisheries research institute and nongovernment organizations (NGOs) in Bangladesh. The technical capabilities of government researchers and social organization and management skills of NGOs were used to develop low-cost technologies. Within two years, about 30 000 farmers received benefit from these collaborative efforts and were able to increase fish production five to six times using on-farm resources.

Objective

The project's aim was to develop linkages between a government research institute and nongovernment organizations (NGOs) to (i) develop sustainable aquaculture technologies suitable for smallholder farmers, (ii) provide pathways for feedback from field to research, and (iii) enable NGOs to influence the research agendas of government institutions.

Results

The process initiated by the International Center for Living Aquatic Resources Management (ICLARM) to develop linkages between a government fisheries research institute (FRI) and NGOs is described in Figure 1.

Discussions between researchers, NGO extension workers, and farmers resulted in identifying the urgent need to develop low-input, low-cost technologies for fish culture in seasonal ponds, which are mostly under- or unutilized. Subsequent collaborative on-farm research resulted in the development of techniques based on short-cycle species such as silver barb (*Puntius gonionotus*) and nile tilapia (*Oreochromis niloticus*); production achieved 1.2–2.0 tons/ha in five to six months rearing.

Having been convinced of the technical, economic, and social viability of the technologies developed, NGOs, with the assistance of the FRI, trained a large number of their extension workers, who transferred the technology to over 30 000 farmers within two years. Subsequent impact surveys of 250 farmers revealed an average fish production of 1.3 tons/ha, using less than the suggested inputs; this was a five- to six-fold improvement on previous production figures. Ponds as small as 378 m^2 on average produced 50 kg of fish in six months rearing. The corresponding per capita consumption of 8.3 kg per annum for a family of six is higher than the national average. Surveys also revealed a constraint—a shortage of fingerlings of *P. gonionotus* due to the low survival of fry in nursery ponds. Researchers have been asked to address the problem.

Conclusion

The involvement of NGOs in collaborative research with a government institution provided a number of results: (i) the strengths of both groups were utilized as effectively as possible, resulting in better services to the farming community; (ii) the perceptions and attitudes of researchers towards planning programs appropriate to smallholder farmers changed; (iii) extension workers became confident in the technologies developed, facilitating speedier dissemination of new technology; and (iv) channels for feedback of field problems to researchers were created. The catalytic role of ICLARM was an important factor in achieving these results. It remains to be seen whether such progress can be sustained.

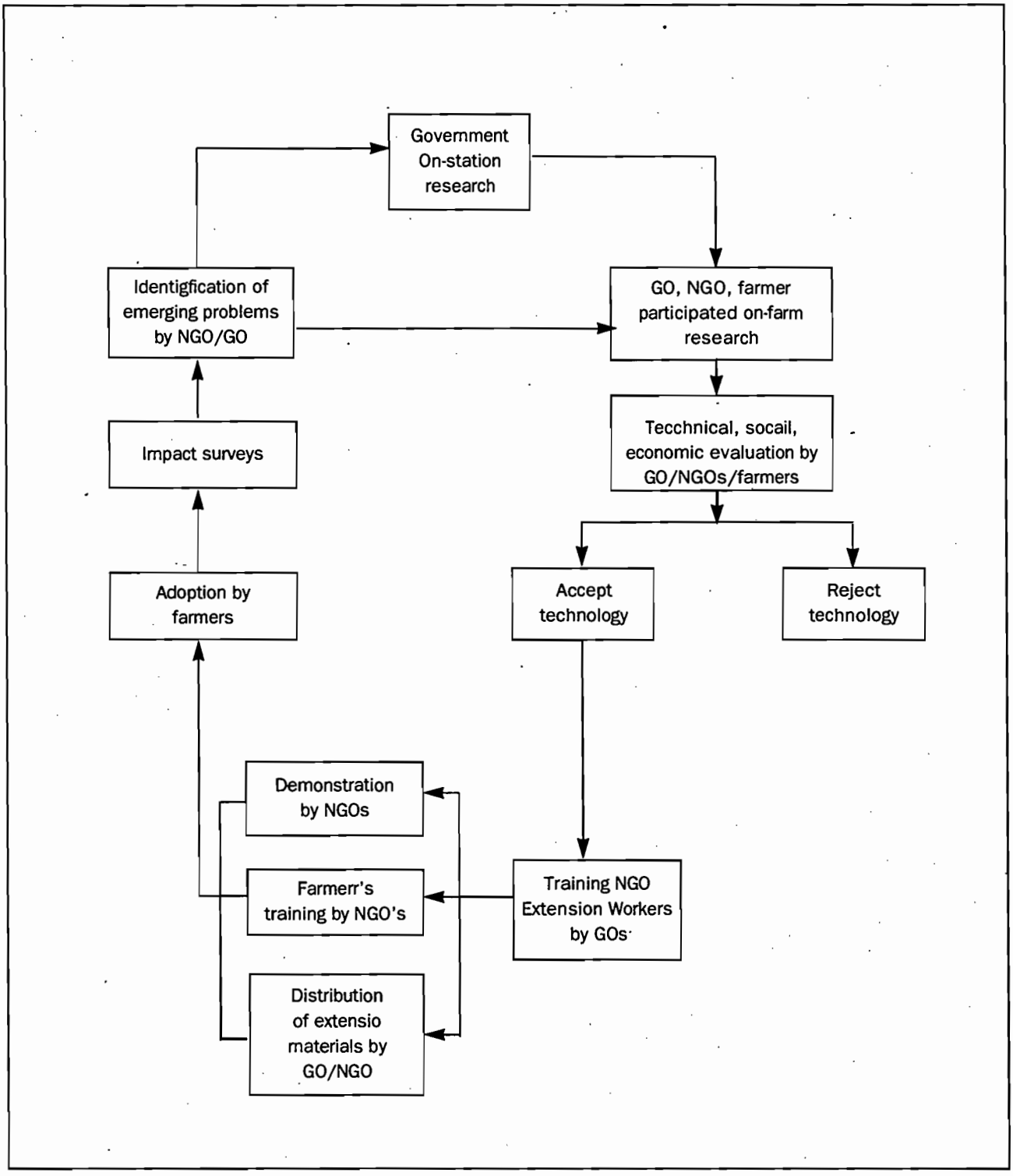


Figure 1. Linkages between a government organization (GO) aand nongoverment organizations (NGOs) for the development of sustainable aquaculture technologies, Bengladesh.

Mécanisation chez les petits planteurs de la Réunion : diversité locale des formes sociales d'utilisation du matériel agricole

Paillat Hélène

Centre français de la canne et du sucre (CFCS), CIRAD-CA, Laboratoire d'agroéconomie, 97487 Saint-Denis cedex, Réunion, France

Résumé

La mécanisation de la canne à sucre à la Réunion se heurte aux contraintes structurelles des petites exploitations cannières. La mécanisation collective est une solution retenue par les organismes de développement. Or celle-ci s'accompagne souvent de difficultés dans l'organisation des relations sociales. Cette étude, tout en rappelant la dynamique sociale liée à l'introduction de la mécanisation, met l'accent sur la nécessité de maintenir une diversité des modes d'utilisation du matériel agricole.

Mots clés

Mécanisation, dynamique sociale, entraide, groupements, socio-anthropologie, canne à sucre, Réunion.

Problématique et objectifs

La filière canne à sucre réunionnaise est constituée d'un nombre important de petites structures d'exploitation (cinq hectares), issues des rétrocessions de la SAFER (Société d'aménagement foncier et d'établissement rural), chargée de revendre des terres de propriétés sucrières à des colons (métayers) et des journaliers agricoles (Dinhut, 1986). La mécanisation individuelle de la canne à sucre n'est pas rentable pour le planteur, dont les revenus sont souvent limités. Quant à l'usine, elle rencontre des difficultés à gérer une multitude d'apports. Face à ces problèmes, les organismes de développement proposent aux planteurs une mécanisation collective par la constitution de groupements de chargement et/ou de transport. Cependant, les planteurs opposent souvent une résistance à s'organiser collectivement (Chauveau, 1991).

A partir de la situation concrète de planteurs issus de la mutation, il s'agit de montrer comment ces derniers organisent socialement la gestion de leurs transports et de leurs chargements de canne, de repérer les différentes formes de travail en commun, les modalités de leur fonctionnement et dysfonctionnement, et de retracer leur histoire. Cette étude de cas devrait permettre de mieux cerner les dynamiques sociales à l'œuvre. Les enquêtes ont été réalisées sous forme d'entretiens avec les planteurs et d'observations de leur travail. Elles s'inscrivent dans une étude plus vaste, qui prend pour objet une localité rurale, du nord-est de la Réunion, issue de la vente d'une propriété sucrière à la SAFER : "La Renaissance".

Principaux résultats

Les rétrocessions SAFER ont eu lieu en 1975; 36 lots furent vendus aux colons et journaliers de l'ancienne propriété, mais également à d'autres travailleurs de plantations voisines. Aujourd'hui encore, 35 lots sont des exploitations cannières, dont la surface agricole utilisée varie entre deux et huit hectares, avec des rendements compris entre 43 et 110 t/ha (campagne sucrière de 1991).

En 1992, on note une forte mécanisation individuelle en matériel de transport (tracteurs et remorques), un faible équipement individuel en matériels de chargement (griffe frontale). Des solutions collectives sont à l'œuvre sous forme de copropriété (chargement et transport), d'un syndicat de chargement et d'une CUMA de transport.

Dynamiques sociales endogènes (figure 1)

Pour les anciens colons devenus exploitants SAFER, le travail, pendant la période de la coupe, s'organisait sur la base de relations familiales. Dans cette dynamique d'entraide, l'introduction de la mécanisation a précédé la mutation foncière et l'accompagnement technique des nouveaux planteurs. En effet, certains colons possédaient déjà un camion pour le transport de leurs cannes ; le chargement s'effectuant à la main.

Plus tard, la mécanisation a été développée de l'extérieur par des agents de développement; mais, aujourd'hui, ce développement s'inscrit dans la dynamique de reproduction sociale des groupes domestiques locaux ; le cycle de reproduction sociale du groupe étant marqué par le départ des enfants qui vont fonder leur propre foyer (Vogel, 1981). Dans cette situation, la

main-d'œuvre familiale diminuant ou disparaissant, le planteur décide lui-même d'avoir recours à une solution mécanisée pour le chargement de ses cannes.

Aujourd'hui, les planteurs, qui ont investi dans du matériel et pratiquent la prestation de services, s'appuyant sur des relations familiales solides dont le père constitue le pivot, bénéficient d'une considération sociale. Cet effet de prestige se fonde sur leur capacité d'investissement, mais aussi sur des qualités valorisées socialement, telles que courage, quantité et qualité du travail.

Groupements : pouvoir et luttes d'influence (figure 1)

L'étude de la dynamique des groupements formels montre qu'ils sont le lieu d'une lutte d'influence pour le pouvoir (Crozier et Friedberg,1977), aboutissant souvent à des situations de rupture.

En 1983, un an seulement après la création du syndicat de chargement, le président, fatigué des querelles, se retire du groupement. Un nouveau leader est alors élu président. Ce dernier associe aux prestations de chargement du groupement des prestations de transport à son compte. Ce fonctionnement est remis en question. En 1989, sur les conseils d'un technicien, un autre leader, chauffeur et trésorier, décide, avec quelques camarades du syndicat de chargement, de créer une CUMA de transport, solution jugée plus rentable que les prestations du président.

Cependant, les membres de la CUMA de transport éprouvent des difficultés à travailler ensemble. Trois membres quittent la CUMA, un an après sa création. A l'heure actuelle, les deux membres restants sont à la recherche d'adhérents, car, légalement, une CUMA doit fonctionner avec quatre adhérents au minimum. Deux des trois membres, démissionnaires de la CUMA, ont rejoint le président du syndicat pour le transport de leurs cannes.

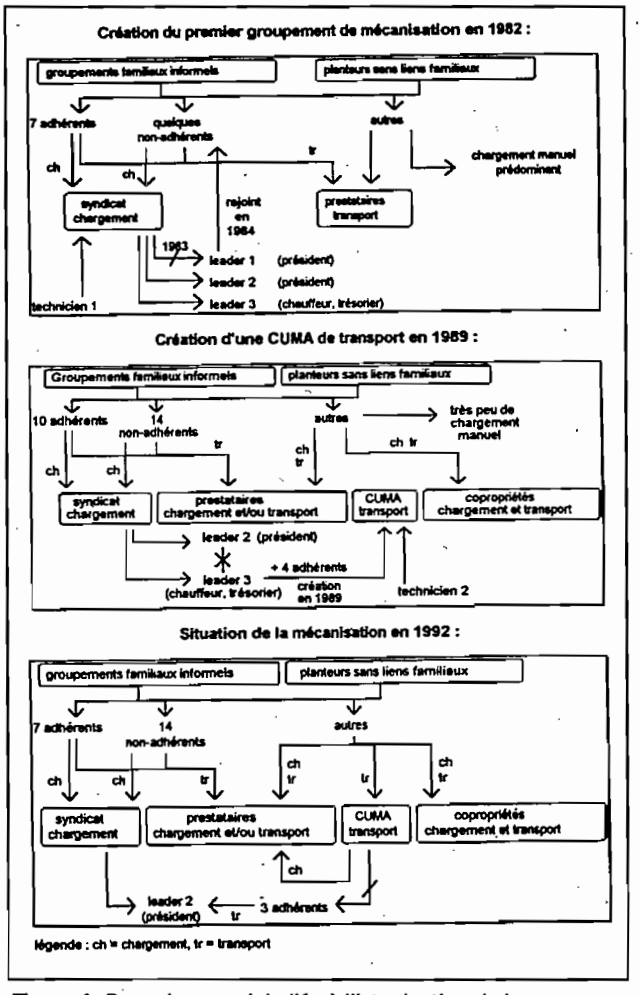


Figure 1. *Dynamique sociale liée à l'introduction de la mécanisation.*

Aujourd'hui, dans le syndicat de chargement, le président a le monopole de toutes les responsabilités. Il a tout pouvoir, à peine contesté par les autres adhérents, qui attendent de lui l'exercice de son autorité légitime de président.

De ces situations, certains planteurs font la part des choses et décident de s'équiper en matériels pour rester à l'écart de ces conflits. D'autres continuent de travailler avec le syndicat parce que le matériel est plus adapté aux conditions de terrain difficiles (chargeur automoteur Bell). D'autres encore se tournent vers les prestataires. Ces derniers se montrent plus souples en cas de problèmes dans le rythme de coupe, tandis que le syndicat est intransigeant. Selon les planteurs qui ont recours à un prestataire, ces derniers sont plus libres car ils sont, pour la plupart, des prestataires occasionnels.

Conclusion

La mécanisation révèle la mise en œuvre de processus sociaux endogènes : réponse à une situation de rupture familiale, production d'un effet de prestige. L'évocation du passé des planteurs rappelle l'existence de rapports d'entraide entre colons souvent apparentés. De ce fait, l'organisation collective de la mécanisation ne constitue pas un obstacle infranchissable. Les groupements se sont constitués sur la base de relations d'entraide traditionnelles et leurs difficultés ne préjugent pas de la rupture de ces relations. On peut penser que les luttes de pouvoir sont simplement renforcées par le caractère formel des groupements. Dans cette dynamique, il semble qu'il n'y ait pas de solutions privilégiées, mais un ensemble de possibilités : il est opportun de maintenir la diversité des formes sociales de mécanisation. Cette diversité confère, en effet, une stabilité à la dynamique sociale de production de la canne à sucre.

Références bibliographiques

Chastel J.M., 1989. *Evolution de l'économie sucrière à la Réunion. Programme de recherche 1989-1993.* Saint-Denis de la Réunion, France, IRAT, 16 p.

Chauveau J.P., 1991. Le modèle sociologique des "sociétés paysannes" et l'innovation (résumé). *In : L'innovation en milieu agraire,* Montpellier, France, ORSTOM.

Crozier M., Friedberg E., 1977. *L'acteur et le système. Les contraintes de l'action collective.* Paris, France, Le Seuil, 493 p.

Dinhut J.M., 1986. *La SAFER et la politique foncière à la Réunion. Résultats et perspectives,* Saint-Denis de la Réunion, France, SAFER, 11 p.

Vogel C., 1980. *Be Cabot. Approche ethnologique d'un écosystème.* Saint-Denis de la Réunion, France, CUR, 206 p.

6

Formation / Training

Comment inclure les démarches systémiques dans la formation des chercheurs et des agents de développement ?

How can the formal training of researchers and extensionists best be modified to reflect systems approaches more fully?

Systems Approaches: The Challenge to University Teaching

Jiggins, Janice
De Dellen 4, 6673 MD, Andelst, The Netherlands

Abstract
The paper examines the changing nature of the demand for agricultural graduates, problems graduates must address in future, and the mismatch between emerging demand, and the organization of learning and systems of inquiry within universities. It then considers the "entryist" strategy of special short courses as a mechanism for bringing about wider change. Six courses in two universities are reviewed. The paper concludes with a brief assessment of strategies for overcoming institutional inertia.

Résumé
Approches systémiques : l'enjeu de l'enseignement universitaire
La communication examine l'évolution de la demande en agronomes et les problèmes auxquels ils devront faire face, ainsi que la disparité entre la demande naissante et l'organisation de l'enseignement et de la recherche universitaires. Elle aborde ensuite la stratégie «introductive» des cours spécialisés de courte durée comme mécanisme pour favoriser le changement. Un bilan est dressé sur six cours dispensés dans deux universités. Elle conclut avec une rapide évaluation des stratégies mises en œuvre pour surmonter l'inertie institutionnelle.

Introduction

This paper is based principally on three sources of information and experience. The first source is the author's experience in designing and running six courses for natural and social science students at the Wageningen Agricultural University, The Netherlands, and the University of Guelph, Canada. The courses focused on participatory research and extension, and agricultural systems concepts, theories, methodologies, and applications (Jiggins 1989; Jiggins b, in press; Inglis, Jiggins, a and b, in press; Jiggins, Röling 1994). The second source is the material developed by the author to foster competence in participatory systems analysis and technology development (Feldstein, Jiggins 1994; Jiggins, De Zeeuw 1992). The third source is interaction, in particular with those working at Oregon State University, United States; Antioch College, Boston University, United States; Hawkesbury College, University of Western Sydney, Australia; Charles Sturt University, NSW, Australia; and Roskilde University, Denmark. These interlocutors show how academic institutions can be recreated as new systems of inquiry in their efforts to meet the emerging environmental challenge.

Changing Nature of the Demand for Agricultural Graduates

The nature of the problems that agricultural science, extension, and related professions need to address are changing (Funtowicz, Ravetz 1990).

Emerging environmental challenges have created technical positions that scarcely existed two decades ago in the employment market. Such positions include, for example, those for specialists in wetland management, integrated pest management, hydrogeology, and hazardous waste remediation (Fletcher 1992). Such positions require prospective candidates with

- a capacity to integrate knowledge and information from diverse perspectives and disciplines in both natural and social sciences;
- a strong conceptual, methodological, and analytic understanding of how to introduce desired emergent properties in dynamic systems;
- a thorough knowledge of environmental laws and regulations.

The employment market demands new kinds of personal skills and qualities. The public nature of agricultural transformation under increasing environmental hazards and threat demands mature communication skills and competence in conflict resolution (Sands 1990). Also demanded is an ability to work in teams with groups

hitherto excluded from agricultural research and development (eg, environmental activists and community groups) to orchestrate problem—identifying and—solving activities. It should be combined with an ability to build such activities into organizational capacity to manage natural and agricultural resources sustainably at farm and landscape levels (Röling, in press). An additional aspect of emerging demand is the need to facilitate ongoing dialogue among diverse and potentially confrontational stakeholders (Global Assembly of Women and the Environment 1992).

Within the narrower employment sector of agricultural research and extension institutions, there is a growing awareness of the need to consider wider issues such as farmers' priorities, decision making processes, and community involvement in the development of farming systems, technologies, and markets (McCall, Sheath 1992; ESEE 1991; EEC Task Force 1993). Hiring of social scientists to meet the need only brings further problems of coordination and integration unless it is supported by team building and integrative methodological frameworks and practice.

Mismatch between Emerging Problems and Organization of Formal Knowledge in University Courses

The changing nature of the demand for agricultural graduates reflects the changing nature of the problems that agricultural professionals need to address. Existing patterns of thought, research, and teaching differ from the courses reported here (Table 1).

Table 1. Contrasting traditions between technocratic and participatory thinking.

Technocratic	Participatory
Universalistic ethic	Pluralistic ethic
Deductive	Inductive
Uses only externalized knowledge	Uses externalized and tacit knowledge
Technocratic working method	Democratic working method
Objective analysis	Objective and subjective analysis
Factual	Normative, interpretive
Data-based	Stories, narrative
Reductionist	Holistic, naturalistic
Positivist	Constructivist
Outsiders' perspectives	Stakeholders' perspectives
Expert	Facilitator
Judgement-oriented	Negotiation-oriented
Excludes or subsumes values, principles	Includes participants' values and principles, makes them explicit
Assumes a controlled, experimental framework	Assumes a political process

Source: Based on Jiggins a, in press; Guba, Lincoln 1989; Broughton 1991; Abma 1993.

The relationship among myriad elements on various levels in dynamic complex systems can be examined by the reductionist approach, which involves isolation of all the little pieces to investigate the relationship among them (Developments in critical systems thinking 1992; Levy 1992). In theory, the whole pattern can be established after an exacting process of diagramming. But as many farming systems teams have learned to their cost, it takes a long time before a systemwide picture can be obtained with this approach, and even then, some bits are left out or do not fit in. Further, the pattern evolves even as it is observed; in socioeconomic studies at least, the rules are in flux as people adapt to circumstances. Although a system can be identified, the question about what it will do remains unanswered. But it is a vital question in technology development if the desired emergent property is sustainability (Jiggins 1994). A shift in viewpoint is needed to answer the question if the system's emergent properties result from the accumulation of local actions and chance recombinations of multiple elements, and if they cannot be predicted from initial conditions.

Epistemological and ontological differences between "hard" and "soft" perspectives underlie the shift. The "hard" science approach understands models of systems as constructs of real phenomena. The education challenge from this perspective is to prepare students to describe and analyze systems precisely and objectively, and to elaborate and test theories about system behavior that are congruent with observed facts. The institutional response is to move toward greater disciplinary specialization and deeper investigation into the smallest components and processes of life. The "soft" science approach understands reality as a construct. In this case, the education challenge is to prepare students to make judicious decisions in conditions of uncertainty and urgency, for classes of problems in which values matter and many actors, with potentially divergent views, are involved.

Most universities are not organized to address such challenges. Their internal structure comprises institutional, educational, and intellectual boundaries, which have deep roots in older systems of inquiry and frameworks of knowledge. They partition knowledge, learning, and information among disciplines and hierarchies that impede the horizontal flow of ideas and information, cooperation, and networking (Ison 1990; Dunn 1991; Pearson, Ison 1992).

Universities perpetuate teaching as a hierarchical, linear process of transfer of information and methods. They rely heavily if not exclusively on positivist systems of inquiry and intellectual traditions, which assume linear predictability and exclude from core agricultural curricula the skills and competence in communication, negotiation, team work, and participation, which are increasingly demanded by the marketplace. Partitioned universities lead to partitioned agricultural institutions, exemplified worldwide in the separated bureaucracies for research and extension. They confine thought and practice to outdated pathways (Di Castri 1992).

Facultywide institutional change is the exception (Packham et al 1989; Sriskandarajah 1991; Torne de Valcarel 1991). However, an increasing number of institutions are engaged in strategic reviews, which highlight the need for the kinds of changes described here. For example, the draft discussion paper, "Framing the Choices" (June 1994),

prepared by the Strategic Planning Commission of the University of Guelph, Canada, reflects an institutional and academic process of change, which was initiated in 1985. It elaborates the choices for a deep and intensive codependence between research and teaching, and a learner-centered mission, which fosters systemic collaboration among disciplines and between the university and the wider community. It also stresses active learning and the integration of skills and critical inquiry.

A more common motor is the enthusiasm of an individual "champion" or a small group made up of faculty, undergraduates, and graduates, often supported by farmer and environmentalist groups based outside the university. They lobby to introduce special courses, often conducted initially by outside persons, in the expectation that the experience will build confidence in and demand for a wider curriculum change. The strategy may be regarded as a classic example of "entryism" as the pathway to institutional development.

Short Courses: Lessons Drawn from Experience

The strategic lessons drawn from the six short (10 full days or half days for 3 weeks), multicultural courses reported here, substantiated by evaluations from comparable courses initiated at the universities listed earlier, are both positive and negative.

The courses were organized as experiential, participatory learning opportunities. Participants took over increasing responsibility for planning and running sessions, choosing team members, guiding the group process, selecting and applying methods to particular tasks and problems (in the classroom and community), and evaluating the content, process, and results. The transfer of power and control from the trainer or facilitator to the participants was made evident and explicit as a real-time learning experience of the multiple perspective approach to inquiry and problem-solving.

Each course had its own emphases and balance, reflecting the participants' own particular learning needs and the dynamic system's sensitivity to starting conditions. The first part focused on the exchange of, and training in, specific process and method skills, and the building of group discipline, reflective awareness, and critical peer review. From the start, participants were given the opportunity to share their own competence so that they realize that expertise does not lie only with the trainer/facilitator. The second part explored applications and guidelines for putting specific skills and methods together in a particular context, for a specified purpose. The final part examined more deeply the theories and concepts underlying such a practice and approach. However, this neat division in time is somewhat artificial, as the dynamic follows a Bayesian rather than linear pathway.

Periodic and end-of-course evaluations, and participant tests rated the courses highly in all cases. For example, at the Wageningen Agricultural University, the two iterations received higher formal assessment scores than any other course offered in the international program for a master's degree in agricultural knowledge systems. The evaluations demonstrated that the courses brought about personal transformations in attitude and values, and fostered skills such as learning and listening, interviewing, communication, team building and team work, negotiation, conflict management, participatory analysis, and group process. They brought about changes in the understanding of dynamic complex systems, systems modeling and analysis, and management of complex systems. They imparted specific methodological competence in agroecosystem analysis and participatory rural appraisal. They also forged or strengthened links between faculty and outside communities, institutes, organizations, and projects.

On the other hand, the processes that make these achievements possible are also those that make institutionalization problematic.

Five of the six courses were offered as optionals, with voluntary participation based on self-selection. The fifth iteration was offered as a core course following an earlier voluntary trial, which is itself a measure of the success of an entryist strategy. However, the presence of those (about one-third) who would not have otherwise signed up slowed the engagement of the whole group in the participatory learning mode. It also lowered performance scores, as rated both by participatory assessment and more formal methods. There was less satisfaction with the intensity of the learning process when the course was made compulsory. Participants interpreted this as the result of additional hurdles faced by nonvolunteers to catch up with the rest in terms of general familiarity with the approach and its justification. The presence of nonvolunteers may be considered a negative influence. On the other hand, such persons may be a key group whose opinions matter for bringing about widespread change.

Over the duration of the course, the role of the course leader changed from organizer and trainer to resource person and facilitator. Such a change requires maturity (or at least self-awareness) in the personal processes of "reversal" that the participatory process and method demand, in addition to familiarity with substantive course material. The role modifications are an instructive demonstration—available for immediate analysis—of the relations that professionals would need to replicate in their own future work. They affirm the possibility of rapidly learning the requisite core values, orientation, and methodological skills.

However, the readiness of existing staff to engage in such a process of self-transformation and epistemic growth still remains an unsolved question (Salner 1986). This doubt is reinforced by the fact that, despite careful prior discussion on the desirability and practicability of the existing departmental staff's cooperating with outside trainer(s) as cofacilitator(s), or of their registering as participants, in only one case did staff actually do so. In this one case, the staff person was a junior faculty member who was not expected to remain long in the department at the time, even though the course was offered as part of the core curriculum. (Fortunately she remained in the department and cofacilitated the next iteration, together with a more senior staff member.)

The course, process, and high enthusiasm among participants were experienced in every case as a threat to existing power relations within the host departments. The response at the extreme included denigration of the facilitators' qualifications, attempts by nonparticipant staff members to take over the class during the course, pressure on participants by their academic supervisors not to take the course, and refusal to admit participatory systems of inquiry as valid methodological approaches in thesis work or practicums. As outsiders, invited trainers can cope with only those power dynamics that arise during the course itself.

On the other hand, it is clear from follow-up analysis with former course participants that they can and do subsequently exert countervailing power within their own universities, to bring about changes in teaching styles, systems of inquiry, and course content across a broader front. The effect appears to be strongest where participants include PhD candidates nearing the end of their studies or persons with experience of the world of work and institutional relationships who return to study. Iteration of short courses over a number of years may also build up a critical mass strong enough to force wider change through.

Changes in the external market for graduates can reinforce internal pressures for change. For example, in one case a consortium made up of local government, community groups, and an environmental nongovernmental organization hired the team that had done its practical exercise with them, to carry out a series of follow-up activities. As the consortium's spending power and political visibility carried weight with the department, senior faculty soon perceived the need for self-change. The widespread pressures on public university funding add to the potential influence of "third stream" money on curriculum development.

The location of such courses in academic institutions that demand tests and scores for assessing students and ensuring quality without methodological adjustment is contradictory to the participatory process (Jiggins 1989; Jiggins 1992; Pretty 1993). As Roskilde University, Denmark, and Hawkesbury College at the University of Western Sydney, Australia, have shown, alternative modes of assessment and quality assurance can be developed as new standards of normal practice. Innovatory short courses face a more difficult challenge because they operate within unchanged institutional conditions.

The challenge to positivist traditions from other systems of inquiry bites deep into the academic psyche. But the emergence of a core group who works with constructivist perspectives and methods for social learning may induce a debate within the university—as it did at the Wageningen Agricultural University—about systems of inquiry and social learning appropriate to the challenge of sustainability. This in turn may generate the institutional energy that will lead to wider changes.

Overcoming Institutional Inertia

A review of the experiences reported here suggests that the changes in university education needed to meet the emerging environmental challenge to agricultural and rural development can be stimulated by innovatory short courses run by outsiders. In addition, they suggest that the effects need to be strengthened by:

- Engagement in straightforward old-fashioned power struggles on the battlefields of knowledge (Long, Long 1992).
- Institutional and professional leadership at the highest levels of academic life. Marginalization may ensue where it falters. But where it prevails yesterday's experiment may become today's standardsetter. (For example, it survived at Roskilde University, where a motion in the Danish parliament in 1972 to decommission the university was defeated by one vote.)
- Change in a university's internal structure. University research funds, for example, can be reserved to promote cooperation, networking, and horizontal exchange; this would soften the boundaries between departments, and between the university and external agencies or groups.
- Generational change. Today's undergraduates have grown up in a world in which environmental issues assume a more central place in private and public life. They bring to universities an expectation, awareness, and (often) experience with informed activism, which in itself brings pressure for change.
- Institutional pluralism. Where private universities offer an alternative, bright undergraduates and graduates vote with their feet toward new centers of learning that offer space for the systems of inquiry that allow them to engage in pressing environmental issues. The proliferation of research institutes outside university structures is another sign that long-established centers of learning may be failing to keep pace with what is needed and demanded. The competition may be salutary.
- Political forces. As the number of people engaged in primary production fall and agriculture ceases to dominate national economies, politicians become more reluctant to grant major budget allocations to agriculture's support institutions, including universities. Further, politicians are beginning to share the widespread and growing public perception that agriculture is part of the environmental problem, rather than part of the solution. Agricultural universities and faculties that will continue to attract support are those that respond to public concerns about the environment, open up dialogue with outside interests, and develop intellectual competence that addresses the nature of the emerging problem.

References

Abma TA. 1993. Beyond the technocratic orientation in evaluation. Rotterdam, The Netherlands: Erasmus University, Institute for Health Care Policy and Management.

Broughton G. 1991. Learning to live as humans in eco-systems: international ecology and development education using a functional curriculum organisation approach. Guelph, Canada: University of Guelph, University School of Rural Planning and Development.

Developments in Critical Systems Thinking. 1992. Systems Practice (special issue) 5:2.

Di Castri F. 1992. Up in the ivory towers. UNESCO Sources 37:14.

Dunn AM. 1991. Agriculture—the disturbed ecosystem: educators maintain the balance. Paper presented at the Annual Conference of Agricultural Teachers' Association of South Australia, 25 March 1991.

EEC Task Force. 1993. Recherche, formation et agriculture en Europe : les nouveaux défis. Paper presented at the Conference européenne, 3-4 November 1993, Brussels, Belgium.

European Seminar on Extension Education (ESEE). 1991. Proceedings: European Seminar on Extension Education. Vila Real: UTAD.

Feldstein H, Jiggins J (eds.). 1994. Tools for the field. West Hartford: Kumarian Press.

Fletcher FW. 1992. Education for an environmental job. Environmental Science and Technology 26(12):2340–2341.

Funtowicz SO, Ravetz JR. 1990. Global environmental issues and the emergence of second order science. EUR 12803 EN.JR. Luxembourg: Commission of the European Communities, D-G Science, Research and Development.

Global Assembly of Women and the Environment. 1992. Partners in life. Special report (January).

Guba E, Lincoln Y. 1989. Fourth generation evaluation. Beverley Hills: Sage.

Inglis A, Jiggins J. a. PRA training in universities: some thoughts prompted by a recent workshop. RRA Notes. London, UK: IIED. (Forthcoming)

Inglis A, Jiggins J. b. Notes on the training schedule. RRA Notes. London, UK: IIED. (Forthcoming)

Ison RL. 1990. Teaching threatens sustainable agriculture. Gatekeeper Series 21. London, UK: IIED.

Jiggins J. 1989. Farmer participatory research and technology development. Occasional Papers in Rural Extension 5. Guelph, Canada: University of Guelph.

Jiggins J. 1992. Quality control, method transfer, and training. *In* Proceedings, Beyond farmer first: rural people's knowledge, agricultural research and extension practice. Brighton, UK: Institute of Development Studies, University of Sussex.

Jiggins J. 1994. Changing the boundaries: women-centred perspectives on population and the environment. Washington DC, USA: The Island Press.

Jiggins J. a. Development impact assessment/impact assessment in non-western countries. Impact Assessment (special issue). (Forthcoming)

Jiggins J. b. From technology transfer to resource management. *In* Grasslands for our world, proceedings of the Seventeenth International Grasslands Congress, Massey University, February-March 1993. (In press)

Jiggins J, De Zeeuw H. 1992. "Participatory technology development in practice: process and methods." Chapter 8 *in* Farming for the future (Waters-Bayer A et al, eds.). London, UK: Macmillan; Leusden, The Netherlands: Information Center for Low External Input and Sustainable Agriculture (ILEIA).

Jiggins J, Röling N. 1994. Systems thinking and participatory research and extension skills: can these be taught in the classroom? Occasional Paper 10. Guelph, Canada: University of Guelph, Department of Rural Extension Studies.

Levy S. 1992. Artificial life: the quest for a new creation. London, UK: Penguin Books.

Long N, Long A. 1992. Battlefields of knowledge. London, UK: Routledge, Keagan, Paul.

McCall DG, Sheath GW. 1992. Development of intensive grasslands systems for animal production: from science to practice. Whatawhata, New Zealand: Whatawhata Research Centre; New Zealand Pastoral Agricultural Research Institute.

Packham R, Roberts R, Bawden R. 1989. "Our faculty goes experiential." Chapter 13 *in* Making sense of experiential learning (Weil SW, McGill I, eds.). Milton Keynes: Open University Press.

Pearson CJ, Ison RL. 1992. University education for multiple-goal agriculture in Australia. Agricultural Systems 38:341–362.

Pretty JN. 1993. Alternative systems of inquiry for a sustainable agriculture. London, UK: IIED.

Röling N. Platforms for decision making about eco-systems. Keynote address at the 75th Anniversary Conference of the Wageningen Agricultural University. *In* The future of the land: mobilising and integrating knowledge for land use options (Fresco LO, Stroosnijder L, Bouma J, van Keulen H, eds.). Chichester, UK: John Wiley and Sons. (In press)

Salner M. 1986. Adult cognitive and epistemological development in systems education. Systems Research 3 (4):225–232.

Sands DJ. 1990. Sustainable agriculture: environmental conflicts and possible solutions. CSE Information Bulletin (winter) 45:3.

Sriskandarajah N. 1991. Learning systems agriculture. ILEIA Newsletter 3(91):12–13.

Torne de Vacarel F. 1991. The rural university belongs to the people. ILEIA Newsletter 3(91):14–15.

Application of Systems Thinking to Improvement of Higher Education in Agricultural Sciences

Discussion of Recent Experiences at Witzenhausen, Germany, and Comparison with Similar Initiatives in Hawkesbury, Australia, and Wageningen, The Netherlands

Knickel Karlheinz
Institut für ländliche Strukturforschung, Zeppelinallee 31, D–60325 Frankfurt/Main, Germany

Abstract
The challenge of a modernization of higher education in agricultural sciences, and the question of the relevance of systems thinking for curricular and institutional reforms are examined on the basis of recent initiatives at Witzenhausen (Germany), Hawkesbury (Australia), and Wageningen (The Netherlands). Changes in higher education are necessary because future planning and decision making can hardly be based on a training that is characterized by single-discipline structures and reductionist concepts. Disciplinary depth, analytical skills, and synthesizing capabilities are needed, as well as practical competence, creativity, communication skills, and receptivity. Any modernization needs to build on the better knowledge of learning, communication, and development that we have today. Possibilities for a systems-oriented, modern curricula design, and for an integration of production-oriented subjects with social and environmental domains are presented. The need for practical learning, and hence for adequate linkages between higher education, research, extension, and practical application are emphasized. The creation of interdisciplinary opportunities is a key aspect in the forms of teaching used.

Key words
Higher education, training, reform, agriculture, systems thinking, curricula design, multidisciplinarity.

Résumé
Réforme de l'enseignement supérieur en agronomie en vue de l'approche systémique
Une discussion sur les expériences récentes de Witzenhausen, Allemagne, et une comparaison avec des initiatives similaires menées à Hawkesbury en Australie et à Wageningen aux Pays-Bas. La modernisation des études supérieures en agronomie et le besoin d'inclure les démarches systémiques dans les réformes institutionnelles et les programmes ont été étudiés à partir de récentes initiatives entreprises à Witzenhausen (Allemagne), Hawkesbury (Australie) et Wageningen (Pays-Bas). Il est nécessaire de réformer les études supérieures car la programmation et la prise de décision futures peuvent difficilement se baser sur une formation monodisciplinaire et restrictive. Il faut parfaitement maîtriser la question, avoir des compétences analytiques, des capacités de synthèse et une expérience pratique, être créatif et réceptif et posséder un bon savoir-faire en communication. Toute réforme doit reposer sur une meilleure connaissance de l'apprentissage, de la communication et du développement actuels. Ce document examine comment se préparer à l'approche systémique, moderniser les programmes d'études et intégrer les systèmes de production à l'environnement et aux aspects sociaux. Il met l'accent sur l'importance de l'enseignement pratique et donc sur la création de liens efficaces entre les études supérieures, la recherche, la vulgarisation et l'expérience pratique. L'enseignement interdisciplinaire est un aspect fondamental de la formation.

The Mission: Post-Productivist Challenges for Higher Agricultural Education

Future Planning and Decision Making, and the Inadequacy of Single-Discipline Structures and Reductionist Concepts

It may well be that most of the many multifaceted problems that farm families, rural planners, conservationists, and, not forgetting policy-makers, have to face today, are the result of the too narrow focus of problem analysis, future planning, and decisionmaking. It is not only a question of

individual thinking, but also of a pattern of thinking, which has been institutionalized. Vivid examples are provided by traditional approaches towards higher education—which are characterized by single-discipline structures and reductionist concepts—and the fact that, at universities, 90% of teaching is carried out in the form of one-way lectures.

Universities and colleges have generally failed to respond to new demands from society, and to the better knowledge we have today about learning, communication, and development. This has partly been due to the fact that universities have become mass enrollers, and that teaching has become a business for dealing with a large number of students; the result is a considerable reduction in the diversity of didactic approaches used and the quality of teaching in general (FRG, 1977–1990: student numbers, +48%; staff numbers, +7%; Wissenschaftsrat 1993).

Research, the second major concern of a university, has generally been decoupled from teaching, and is characterized by a strong tendency towards commercialization. With limited government funding available, external economic interests such as the agroindustry and other commercial sponsors have gained rapidly in importance, and, in the meantime, greatly influence the nature of research and even the methodology used (van den Bor 1992). For future-oriented research, planning, and decision making, including the conceptualization of more comprehensive development models, it is difficult to obtain funding; concerns about marginalization, long-term impacts, use of nonrenewable resources, and sustainability are clearly underrated.

Even education is increasingly seen as a marketable commodity. Of the key ideas encompassed by the nineteenth-century *Bildungsuniversitaet*—a broad approach towards education, the enhancement of personal transcendence and well-being, personal responsibility and "critical self-understanding"—few still play a role. Not surprisingly, universities are faced with a severe decline of public respect.

Attempts to modernize higher agricultural education necessitates clarification of the future role of agriculture as an economic sector and, more generally, as a determinant of rural life. The mission of the agricultural university and college, and the main objectives of higher agricultural eduction, research, and outreach are related to this clarification. They find their expression in the professional orientation and competencies expected of graduates.

This paper begins with an analysis of the demand side of higher agricultural education and, on this basis, the relevance of systems thinking for the necessary curricular and institutional reforms is examined. Thereafter, the considerable experience gained in systems-oriented initiatives in agricultural education at Hawkesbury School of Agriculture (University of Western Sydney, Australia), Wageningen Agricultural University (The Netherlands), and Gesamthochschule Kassel, Witzenhausen (Germany) is compared. Was it possible to link disciplinary depth with synthesizing and problem solving capabilities? Was the philosophy of systems thinking of any significance in the reform of learning systems, and if yes, how? To what extent was it attempted, and possible, to link teaching and learning with research, extension, and practical planning?

Agricultural Development that Encompasses Economic, Environmental and Sociocultural Responsibility

Agricultural change in post-productivist societies is characterized by complex differentiation processes. There are two main types of farm household system and farming pattern: (a) a small proportion of large commercial and professionally managed farm businesses (usually capital intensive, specialized, technology driven), most often considered as the mainstream of agricultural entrepreneurs, producing more than three quarters of the agricultural product in western Europe; and (b) the vast majority of pluriactive farm families with smaller scale farming, multiple-job holding, and income combination. Agricultural change is also linked with the environmental problems of pollution of water, soil, and atmosphere, land degradation, exhaustion of nonrenewable resources, and loss of biological diversity, and with the socioeconomic problems of concentration of production and economic wealth; the reciprocal process is the erosion of rural communities in peripheral and/or less favored areas (LFAs) (Knickel 1990). The major concerns of future graduates will therefore be "the welfare of rural people, the health and integrity of their communities, and the quality of their environments (both bio-physical and socio-cultural)" (pers. comm. Bawden 1994). Key issues will be the development of more resource-efficient production systems, and the conceptualization and implementation of a more comprehensive framework in support of environment-friendly farming methods and rural development.

The Requirements: Competencies, Skills, and Attitudes

Higher agricultural education comprises very different dimensions. Increasingly important for both academic university and professional college graduates is that they are practically competent and creative, and that they have integrating abilities and communication skills. The five main fields of competency, skills, and attitude are:

- (a) knowledge and analytical skills: sufficient levels of technical/specialist, and comparative and multi-disciplinary knowledge, and ability to generate new information through scientific and/or applied research in a participative/collaborative manner;
- (b) synthesizing and integrating ability: skills in managing information, relevance, transformation, and synthesis of data, data capture, parameter estimation, validation, and interpretation, and ability to use integrating methods such as (farming) systems research, phenomenology, multivariate statistics, and modern information technologies [*eg*, databases and geographic information systems (GIS)];
- (c) practical competence, planning and management skills: creativity in approaching and improving situations, ability to transform theoretical knowledge into practical measures in collaboration with farmers, extension workers, planners, decisionmakers, technology developers, *etc*, if necessary, developing and using novel routes and/or assessing the appropriateness of solutions developed

elsewhere, and autonomy and self-direction in approaching issues and in decision taking;
- (d) communication skills (ability to get on with people): experience in managing, facilitating, and disseminating information/knowledge, mastering communication skills at crosscultural level, thinking internationally, and knowledge of development administration and management;
- (e) motivation, receptivity, and flexibility: ability to approach issues with a broad and open mind, awareness of preconceptions and presuppositions, responsibility, and independence. "New ways of doing things dictate the need for new ways of thinking about things in the first place" (Bawden 1992).

The Philosophy: Corresponding Lines of Systems Thinking

The key lines of systems thinking—most vividly expressed in farming systems research, development, and extension (FSR/D/E)—can be more or less directly linked with the fields of competency, skills, and attitudes listed above. Systems thinking stresses the need to view subsystems as integral parts of more complex systems, the importance of multi-/interdisciplinarity, the significance of applicability and appropriateness, and finally, the crucial role of communication and participative collaboration in development.

Interrelationships between Subsystems

As the volume of specialist (reductionist) knowledge increased so were links between scientific disciplines left behind. Disciplines, however, deal with subsystems of agricultural systems, which, in reality, are inextricably linked. In line with systems thinking, disciplines must therefore be conceived as interrelated subsystems of the higher level system of agricultural education: the discipline of agronomy, for example, deals with the 'real' subsystem of crop production. Such symmetry exists at different levels of aggregation: the subdiscipline crop physiology deals with the subordinate crop growth system (nutrient uptake, micro climate, *etc*), and, at higher aggregation, farm management focuses on the organization and functioning of the farm system, whereas socioeconomics is concerned with the farm household system.

Vitally important for quality in agricultural production systems is adequate integration of subsystems within more aggregated systems. This is, for example, illustrated by the linkage between fertilizer application at cropping system level, and water pollution at watershed level, or, similarly, by the linkage(s) between structural change at farm level, and its implications for rural development at regional level. The same applies for the educational curricular system. The structure and properties of single subsystems need to be expressed in terms of their definition and functioning within higher level systems—*ie*, by studying border areas (and overlap), and horizontal (between subsystems) and vertical interrelationships (between levels). An important implication is that agricultural training needs to start with the problem of defining subsystems and with interrelationships, so that students become aware of the intricate complexity of real agricultural and rural systems.

Complexity and Interdisciplinarity

Similarly, technological innovation and social reorganization are inextricably interrelated (particularly in farming). Increasing recognition of the complexity of such processes (and problems), and of the need for more multidisciplinary, holistic strategies is characteristic of more recent development concepts [*eg*, integrated rural development (IRD), ecoregional approaches, and agroecosystem analysis and development]. The difficulties involved in making operational and implementing such complex concepts is the other side of the story. The educational (didactic) dimension is that different (empirical) disciplines ask and answer different questions—even those related to the same problematic situation. Keyfitz (1993) shows a way out when he argues that two disciplines cannot be inconsistent with one another if they are both consistent with the real world. Hence the different characterizations applied by each discipline should even be complementary.

Dimensions of Analysis, Planning, and Development: Time, Scale, and Space as Critical Modifiers of Reality

Any analysis and planning exercise has to deal with the definition of subsystems, and hence with questions of scale, space, and time, and with the significance and nature of interrelationships between subsystems. Different dimensions of analysis and planning are, in turn, linked with different methods, criteria, underlying assumptions, *etc*. The difficult task students must learn is to transform different dimensions in such a way that they can be fitted one into the other. They also need to learn that the scope of the questions asked and of the recommendations made is limited, knowledge of which is extremely important for those using them.

Communication and Learning

The better knowledge that we have today of learning, communication, and development should lead to an adjustment of educational approaches. The most vivid examples of the relationship existing between communication and development are the participatory methods of learning and analysis (PRA, PALM, RRSA, *etc*). The overall aim should be to create inspiring and multidisciplinary learning environments; this means that teachers, students, and other members of the rural community ought to view themselves as partners in a comprehensive learning and development process. Knowledge transfer is not one-way, rural people are themselves important sources of knowledge. Bawden (1992) sees the learner as someone who is "at one with that being learned;" and who "actually creates the world that is learned."

Independently of the particular professional orientation, participative processes are important. Graduates will be more or less directly concerned with people and social dynamics (in contrast to the more theoretical, academic concepts of target groups, recommendation domains or the latest state-of-the-art ecoregions). Graduates need to be

able to get on with rural communities as well as with individual stakeholders in rural areas (Bauer 1994). The acceptance of personal responsibility—for the (technical agricultural) knowledge transferred and for potential, consequent, sociocultural, environmental or economic conflicts—is an important prerequisite for genuine and meaningful communication and collaboration.

Comparative Approaches and International Cooperation

The rapid global changes and enormous restructuring occurring at present have profound implications for rural life in general, and for the design, management, and evaluation of development projects and programs in particular. Participation in comparative, international research, possibly involving researchers from different disciplinary backgrounds, can teach students to look across disciplines and borders, and can provide insights from experiences gained elsewhere. The experience gained, for example, in IRD in developing countries, is extremely valuable for implementation of Objective 5b in the LFAs of the European Union. An important precondition is a certain level of globality in curricula content and skills; it includes language proficiency, as well as mastery of culture-specific social and communication skills (Neave 1991).

The Experience: Comparison of Approaches followed at Witzenhausen with those of Hawkesbury and Wageningen

Initiation and Institutionalization of Change

Systems-oriented initiatives at Witzenhausen gained momentum with the introduction of a course on ecological agriculture in 1981. The introduction of a rather broad and complex course necessitates examination of how it may fit into existing structures. For several good reasons, it was argued that ecological aspects related to conservation and resource use ought to be incorporated or linked with almost all existing disciplines, instead of creating a new 'specialist' field. At Witzenhausen, the students themselves decided to use this argument in a constructive way, questioned the overall traditional concept of higher agricultural education, and became involved in the questions of curricula design, and forms of teaching, and learning.

At Hawkesbury, a group of academics have systematically been trying 'new ways of learning' since the late 1970s; this course of action was stimulated by their dissatisfaction with the quality of traditional agricultural training, and the general failure of cooperation in 'expert-based' development. The central idea of the Hawkesbury reforms was, and still is, that, "if there are to be new ways of farming developed which will be more socially and environmentally responsible, then this will be predicated by the development of 'new ways' of thinking, knowing and learning" (Bawden 1992).

At Wageningen, international cooperation in the form of bilateral and multilateral development and research projects, consultancies, construction of faculties in developing countries, and staff exchange programs worldwide is more important than at any other European university. More recently, interdisciplinary and holistic approaches have gained in importance; this is particularly expressed in two programs, Ecological Agriculture, and Management of Agricultural Knowledge Systems (MAKS).

Systems-Oriented, Modern Curricula Design

Disciplines as formal knowledge areas

There is general agreement at the three institutions that graduates need to have a solid disciplinary foundation and some scientific skills in the most relevant fields. In order to deal with the massive knowledge base and sophisticated methods in each discipline, a certain level of specialization is accepted, and exemplary learning is emphasized. If curricula elements oriented towards subject matter form part of the training, the following considerations are important: extent of knowledge, stage(s) at which it is acquired, and how it is acquired.

Clearly, more emphasis must be given to the effectiveness of technical knowledge, *ie*, knowledge must be more or less operational, and students must learn how to apply it in different contexts. Formal technical knowledge ought therefore be taught in a way that relates to application. This has implications for the sequencing of and interrelationships between subject matter oriented learning and practical project work.

Integrating production-oriented subjects with social and environmental domains

Production systems and technologies have societal and environmental implications, often both at local and, more aggregated, global levels. The impact of extremely high livestock densities in northwestern Europe on groundwater resources and crossborder air pollution provides an example. Conversely, if soil conservation strategies are to be effective, they must not only be integrated with the more technical aspects of traditional production systems, but must also fit the sociocultural, political, and institutional setting (context). It follows that it is necessary to integrate production-oriented (technical) subjects with social and environmental (nontechnical) domains to teach project planners and technology developers (a) to understand (unintended) side-effects, and (b) to estimate suitability or appropriateness.

Combining disciplinary depth with synthesizing and problem solving capabilities

Curricula need to promote both the disciplinary depth (tendency to be theoretical), and synthesizing and problem improving capabilities required in practice; the latter element does not correspond to more emphasis on generalist academic training (van den Bor 1992; Wissenschaftsrat 1993). At the three institutions, quite different ways are used to enhance the synthesizing and problem improving capabilities of students. At Witzenhausen, the reform of curricula is based on two elements: *vernetzte blöcke* (interlinked modules) and *kernfrage* (key question). Interlinked modules provide a means to modularization. If carefully planned, and linked

using the key question approach, it makes curricula more flexible and, at the same time, facilitates crossdisciplinary exchanges and multidisciplinary collaboration.

In the first phase, there were four interlinked modules: soil, plant, animal and man, the last relating to a wide spectrum of managerial, economic, and sociocultural aspects, and to participatory approaches and project management. In each module, treatment of all relevant disciplines is closely coordinated. Emphasis is on the integration of different levels of analysis and on the closer examination of critical interrelationships and topical issues, most of which are derived through cooperation with farmers and other decisionmakers in project work. The soil module provides one example. Its main task is to link soil physics, soil biology, plant nutrition, cropping, and mechanization systems with the more comprehensive concepts of soil productivity and conservation. An interesting critical aspect and 'key question' would, for example, be how to achieve long-term sustainability of soil fertility and crop production without application of mineral fertilizers. Field and farm level nutrient cycles would be modelled on the computer, measurements of soil nutrients made in farmers' fields, advice on fertilizer application levels examined, farmers' perceptions of the problem examined, and alternative production and farming systems in problem-relevant aspects compared.

At Wageningen the more institutional solution of multidisciplinary and interdepartmental working groups is being tested (Groeneveld 1992). Van den Bor (1992) points out that staff members who have learned to look across disciplinary borders and conducted comparative work "have much more to say to their students." At Hawkesbury, the acquisition of synthesizing capabilities is very strongly linked with practical project work. Students are encouraged to experiment with a 'variety of different ways of knowing,' and hence learn about the strengths and weaknesses of different approaches, and appreciate a plurality of methodologies. Disciplinary depth is clearly considered to be of secondary importance (pers. comm. Bawden 1994; Christen 1993).

Linking theoretical and practical learning

A critical test of a university's or college's contribution to societal progress is examination of the practical interrelationships between the institution and the (surrounding) region. Possible links are demonstrated by the qualifications of rural people, the provision of know-how, and involvement in community (development) projects (participative collaboration); Bawden (1992) refers to "ways of dealing with reality." Key questions are: What sort of knowledge is generated? How is it generated? How is (science-based) technology generation linked with practical and sensible application (technology transfer)?

The origins of all three institutions are intermediate between technical agricultural training and academic scientific education. Education is perceived as the result of a "combination of investigation, interpretation, planning, action, and reflection." Particularly at Hawkesbury, students 'learn' by contributing to the resolution of practical problems in the field through active participation. In this connection, Bawden (1992) refers to "shared problems." The situation is similar at Wageningen, where students must, for example, acquire field level data to analyze the constraints and potential of farming systems, to integrate the data in a meaningful way, and to translate them into adaptive research programs; hence they incorporate in research, direct observation and the farmer's understanding.

Learning how to tackle practical problems entails cooperation with lecturers from different disciplines, planners with different objectives, advisors on crop production and animal husbandry, farmers, and, possibly, water authorities (if, for example, nitrate contamination of groundwater is the problem). A positive side-effect is that students simultaneously acquire a sense of "wholeness and inter-connectedness in agricultural and rural development" (pers. comm. Bawden 1994). Collaboration between the more academic universities and the more professional and practically oriented (vocational) agricultural colleges is part of this process; status differentials between the two should belong to the past.

The integration of practical learning requires major adjustments in curricula design. Practical phases need to be integrated with on-campus studies. At Witzenhausen, students must work for a minimum of twelve months in an agriculture-related business or on a farm before embarking on a university course. During this time, students are expected to acquire a feeling for daily operations, and short-term and strategic decision making. At all three institutions, practical phases are accompanied by on-campus seminars, where the propositions and practices encountered in practical work are considered. The aim of this is two-fold: to reflect on practical experiences, and to consolidate theoretical knowledge. At Hawkesbury, the practical orientation of studies is particularly pronounced; during the last study phase, students are encouraged to participate in a more significant project (*eg*, in land planning), typically in an organizational setting. Potential partners are found in government institutions, the agroindustry, consultancies and other advisory services, professional organizations, *etc*. At Wageningen also, students are expected to learn "to constructively criticize issues and development praxis, and to have a pragmatic approach to effective development intervention" (Boon 1993). Bawden (1992) points to two positive side-effects of these approaches, which should be mentioned: firstly, members of the university staff become acquainted with actual field level problems and perspectives, and secondly, farmers and their families become members of the 'learning network'.

New information technologies and computerization

Many recent synthesizing and planning techniques at farm or regional level are based on information technology. Examples are farm management and GIS. The same applies to communication where, for example, computer conferencing has become important. Graduates need to have the basic skills necessary to use such technologies sensibly. This includes being aware of the continuing importance of face-to-face interaction, and of the risks associated with an unbalanced growth of information technology (van den Bor 1992).

Forms of Teaching and Learning: Creating Interdisciplinary Opportunities

The considerable shift in the content of higher (agricultural) education also has repercussions on the forms of teaching and learning used. Bawden (1992) refers to the "creation of interdisciplinary opportunities." The main forms of teaching and learning are:

- interaction oriented: team-teaching; (multidisciplinary) working groups and seminars; organization of conferences and round tables (often with a wider spectrum of participants);
- discovery oriented: excursions; farm case studies; integrated projects in collaboration with clients from off-campus; drafting of integrated scenario studies, thereby developing images of the future;
- method/instrument oriented: design of computer simulation models and of expert, decision- and management-support systems; use of database applications and GIS technology; experimenting with tools used for strategic decision making.

All three institutions use a mix of methods and approaches, and leave substantial degrees of freedom for students and staff. The importance of subject matter teaching in the form of one-way lectures has decreased considerably. Lectures are now interpreted as "formal modules in interest areas" and "reflection sessions" (Bawden 1992); these provide the theoretical context of problems, improvements, and solutions. Essential complementary elements are the continuous monitoring and evaluation of teaching and learning, and the resulting feedback for academic staff. Curricula are seen as evolving processes. Monitoring comprises periodic reviews of programs by course teams (students and staff), and at faculty workshops, regular presentations at conferences, and submissions to refereed journals. More informal feedback is provided by project work (Bawden 1992; van den Bor 1992; Mittelstrass 1993).

Necessary Institutional Adjustments

Implementation of the reforms outlined above is not possible without corresponding institutional adjustments.

- Strengthening the links between education, research, and extension functions: links between the practical application of knowledge (and extension), and academic education and theory are usually inadequate (in some countries they have developed in isolation from each other, elsewhere links were weakened in the course of specialization).
- Participation: the application of participatory approaches in curriculum design and management is a key element of a 'learning partnership' [in addition, decentralized units need to have more autonomy (Wissenschaftsrat 1993)].
- Broadening the basis of career systems: teaching performance and accomplishments as part of the performance of multidisciplinary (and international) research teams must be given as much credit in career systems as individual research output (normally assessed in terms of number of scientific publications).
- Active promotion of staff exchange: temporary exchanges of teaching jobs (including the appointment of academics from developing countries); crossdisciplinary appointments, interdepartmental staff mobility, and joint international research projects should receive particular support.

The Lessons: Chances for a Modernization of Higher Agricultural Education

The encouraging results obtained in terms of achieving a creative and stimulating atmosphere, the substantial, applicable knowledge, technical competence, and participatory skills of the students, and—in the case of Hawkesbury—the significant and constructive interaction between the institute and the region, provide ample evidence of the potential that lies in improving higher agricultural education.

The most important elements of a reform are a systems-oriented, modern curricula design, true integration of production-oriented subjects with social and environmental domains, increased emphasis on the linkage between theoretical and practical learning, more interactive forms of teaching and learning, and the corresponding institutional adjustments.

The main constraints are the worries of university leaders concerning academic status and reputation of their institution, resistance of university administrations, academic staff (scientific knowledge is quite different from didactic qualities), and, sometimes, students towards the new demands, the highly formalized and government-regulated status of higher education, increasing budgetary restrictions in education, and the limited time available for studies and project work (Gaio, Mittelstrass 1993; van den Bor 1992).

There were indications that too little as well as too much linkage with real (commercial) life (and a correspondingly strong emphasis on research) is counterproductive in educational terms. Perhaps Hawkesbury has found a sound compromise, expressed in an appropriate level of cooperation (outreach).

Recent developments indicate that the time available for students to complete their studies will be reduced drastically, mainly for shortsighted budgetary reasons. In considering this, Fuller and van den Bor (1994) spoke of academic fast food, and claimed "time for experimentation, in relationships, in study orientation, and in extracurricular activities."

Acknowledgements

Without the support of Wout van den Bor (Wageningen Agricultural University), Richard Bawden ("the Hawkesbury side of the story"), Knut Ellenberg and Holger Mittelstrass (both of Witzenhausen), for which the author is very grateful, it would hardly have been possible to prepare this paper. Thanks are also due to Otmar Seibert (Weihenstephan-Triesdorf) for helpful comments on an earlier draft.

References

Bauer E. 1994. Beraten die Berater? Entwicklung und Zusammenarbeit 35(2):47–48.

Bawden RJ. 1992. Systems approaches to agricultural development: the Hawkesbury experience. Agricultural Systems 40:153–176.

Boon CAM. 1993. Management of agricultural knowledge systems. *In* Wageningen Agricultural University MSc Program. Wageningen, The Netherlands: Wageningen Agricultural University.

Bor Wvd. 1992. Higher (agricultural) education and rural change: didactic and organisational consequences. Paper presented at the European Conference on Higher Education in Agriculture, Wageningen, The Netherlands.

Christen O. 1993. Landwirtschaftsstudium in Gruppen und Projekten —10 Jahre Erfahrungen aus Hawkesbury in Australien. VDL-Journal 3: 25.

Fuller AM, Bor Wvd. 1994. Global restructuring: implications for rural development, knowledge generation and transfer. Integrated Rural Development Review. (In press)

Gaio C, Mittelstrass H. 1993. Studienschwerpunkt Ökologischer Landbau (SPÖL)—Evaluation 1993/94, Zwischenbericht, Witzenhausen, Germany.

Groeneveld J. 1992. Het strategisch plan van de Landbouwuniversiteit Wageningen richting 2000. Wageningen, The Netherlands.

Keyfitz N. 1993. Genuine interdisciplinary study is possible as well as necessary. Options 9:13–14.

Knickel K. 1990. Agricultural structural change: impact on the rural environment. Journal of Rural Studies 6(4):383–393.

Mittelstrass H. 1993. Studienschwerpunkt Ökologischer Landbau (SPÖL)—ein Studienreformprojekt an der Gesamthochschule Kassel, Witzenhausen, Germany.

Neave G. 1991. On programs, universities and Jacobins: or, 1992 vision and reality for European higher education. Higher Education Policy 4:37–41.

Wissenschaftsrat (1993) Zehn Thesen zur Hochschulpolitik. Drs. 1001/93, Berlin, Germany.

Decision Cases: A New Approach to Farming Systems Research, Extension, and Training

Crookston, R Kent

Department of Agronomy and Plant Genetics, 411 Borlaug Hall, University of Minnesota, Saint Paul, Minnesota 55108, USA

Abstract

Decision cases were developed over 70 years ago at Harvard University, and continue to be the most popular means of teaching management in business schools in the USA. A decision case is a unique type of case study. It is similar to, but different from clinical cases (medicine), legal cases (law), diagnostic cases (industry), or appraisal cases (consulting). A decision case is also significantly different from the descriptive cases that are widely used in agriculture. A decision case is a documentation of reality. A decision case cannot be manufactured; it must be researched. The researcher of a decision case will identify: a decisionmaker (this person's identity and role is of key importance); a dilemma or issue confronting the decisionmaker; essential information for analysis and appraisal of the issue; the objectives of the decisionmaker; alternatives available to the decisionmaker; an interpretive note (insights gathered while researching the case; shared with those interested in teaching the case, but not with trainees). A decision case is an effective means of researching and studying real life issues, especially those that present no optimal, rational, or democratic solution. A properly developed decision case can take a farmer's many years of work and experience—which a scientist cannot duplicate—and place that experience in a format and context that can be evaluated and used professionally. Decision cases are one of the best ways to research and teach complex systems that cannot be reduced to a limited number of variables. Decision case users become participants in their own learning; they cannot be passive spectators. Trainees working with decision cases develop skills in problem definition and informed decision making. Decision cases allow safe practice in real-world problems.

Key words

Decision cases, farming systems research, extension, and training.

Résumé

Les décisions en simulation : une nouvelle approche de la formation, de la vulgarisation et de la recherche FSR/E

Les décisions en simulation, mis au point à l'Université de Havard il y a plus de 70 ans, constituent, aujourd'hui encore, un moyen privilégié d'enseignement de la gestion dans les écoles de commerce américaines. Il s'agit d'un type d'étude de cas unique. S'il présente certaines analogies avec les méthodes utilisées en médecine, dans le domaine juridique, dans l'industrie, par les bureaux d'étude et, très largement, en agriculture pour aider à la décision, il en est néanmoins fort différent. .Une décision en simulation est une étude documentée de la réalité, qui ne se fabrique pas, mais doit être l'aboutissement de recherches. Celui qui élabore une décision en simulation doit identifier : un décideur (dont l'identité et le rôle sont déterminants) ; une situation difficile ou un problème auxquels est confronté le décideur ; l'information nécessaire pour analyser et évaluer le problème ; les objectifs du décideur ; les solutions dont il dispose ; une note d'instructions (connaissances fines collectées pendant la recherche et partagées avec des personnes désireuses d'enseigner cette méthode, stagiaires exceptés). C'est un moyen effectif de recherche et d'étude sur des problèmes de la vie réelle, notamment ceux ne présentant aucune solution ni optimum, ni rationnelle, ni démocratique. La mise au point d'une bonne décision en stimulation peut demander à un agriculteur de longues années de travail et d'expérience (qu'un scientifique n'est pas en mesure de reproduire), et présente cette expérience sous une forme et dans un contexte rendant possible son évaluation et son utilisation au niveau professionnel. Il s'agit là de l'un des meilleurs moyens de recherche et d'enseignement en ce qui concerne les systèmes complexes ne pouvant se réduire à un nombre limité de variables. Les utilisateurs de décisions en simulation prennent une part active à leur propre apprentissage ; ce ne sont pas des spectateurs passifs. Les stagiaires formés à cette méthode acquièrent une compé-

tence particulière en matière de définition de problèmes et de prise de décisions pertinentes. Les décision en simulation permettent de s'exercer, sans risques, à la résolution de problèmes réels.

Validating Experience

Scientists know that the experiences of farmers in the past—the results of their trial-by-error efforts—have been extremely important in the development of agriculture as we know it today. George Axinn, who spent many years working with agricultural researchers in developing countries, observed that "the family farm has been doing farming systems work for a long time... Each generation has studied its alternatives, and made its decisions... There were no research grants or publications, but these rural people have been doing farming systems research for generations. If it were not for that research, most of modern agriculture would be unknown" (pers. comm. GH Axinn, Michigan State University, 1990).

Yet, the experiences of today's farmers are paid minimal attention by scientists. Why? The standard explanation is that an individual farmer's experiences and conclusions are unique to a specific site and situation. These experiences cannot be tested or verified as to repeatability or reliability. In other words, observations made by farmers on their own farm are usually considered too subjective.

By contrast, a scientist's observations are usually characterized as objective. Effort is made to eliminate bias from the design and management of scientific research. Randomized, replicated plots help to overcome unplanned variability, and whatever variability persists can be measured or estimated. Limited-variable studies allow the scientist to assign significance to some variables and to exclude others from further consideration.

Farmers make no structured effort to eliminate subjectivity from their observations, and find that cold objectivity often does not match with family or community relationships and obligations. This results in a dilemma. Every year, thousands of farmers have highly valuable experiences that receive limited exposure off the farm. Agricultural researchers and educators have not yet found an effective way to capture those valuable on-farm experiences while avoiding the subjectivity and bias problem.

Decision cases provide a solution to this dilemma. A properly developed decision case can take a farmer's many years of work and experience—which a scientist cannot duplicate—and put that experience into a format and context that can be evaluated and used professionally. A decision case is one of the best tools to research complex systems that cannot be reduced to single variables.

What is a Decision Case?

Decision cases were pioneered in the field of management more than 75 years ago by the Harvard Graduate School of Business Administration. Today, decision cases are used in most leading business schools throughout the world. The University of Minnesota recently began using decision cases for agricultural research and education. The approach has been highly successful and is becoming a subject of considerable interest to agricultural scientists throughout the USA.

It should be noted that case type exercises are not new to agriculture; simulations and technically based problems have been a part of agricultural education for some time. However, agricultural cases have typically been descriptive in nature and have often been based on fabricated or hypothetical situations. The term 'case study' or 'case' has a variety of meanings. Depending on the profession, a case study can refer to a legal case, a clinical case, an appraisal case, or a descriptive case. A decision case differs from each of these.

A decision case is a documentation of reality, the written product of investigation into an actual situation. This is one reason why I believe that decision cases qualify as legitimate instruments of research. A valid discovery cannot be fabricated or manufactured. If scientific data have integrity, they will stand up under scrutiny. Similarly, a good decision case will be based on documentable reality and observation, not on supposition or conjecture.

A decision case is based on a dilemma. Why? Because if the farmer does not know which direction to take, he or she is probably about as far from bias or subjectivity as we can expect. Also, and importantly, a decision case is quite different from an on-farm demonstration. The farmer involved in an on-farm demonstration has already determined what to do and is now showing others how to do it. The farmer who does not know what to do is open to input and suggestions. When the farmer's dilemma is presented to others, it generates creative debate and original ideas, which the farmer, and most others, would have been unable to see if acting alone.

A decision case focuses on a specific decisionmaker. Case workers must be able to relate to this decisionmaker. As they consider the decisionmaker's objectives and options, they realize that their own biases are irrelevant. If significant differences of opinion exist within a group that is working to solve the decisionmaker's dilemma, often synergy generates creativity and new insights. Frequently this provides new hypotheses for deductive research.

A good decision case can be published subsequent to anonymous peer review (Simmons et al 1992). Reviewers are asked to determine whether the case deals with current issues of interest to a wide audience, is well written, is based on sound objectives, contains sufficient information and documentation to meet the stated objectives, and has been interpreted adequately.

A Trade-off

Bonoma (1985) describes two divergent paths of scientific investigation. The more popular path involves "controlling situational events in order to observe the validity of empirical deductions." The other, which he describes as less popular, but equally valid, consists of reasoning "from individual and naturally occurring but largely uncontrollable

observations toward generalizable inductive principles." He suggests a major trade-off between "precision in measurement and data integrity" and "currency, contextual richness or external validity."

Figure 1 shows that Bonoma places case research just above the line that separates science from nonscience. Note also, however, that much of the nonscience has very high currency or contextual relevance across settings and time.

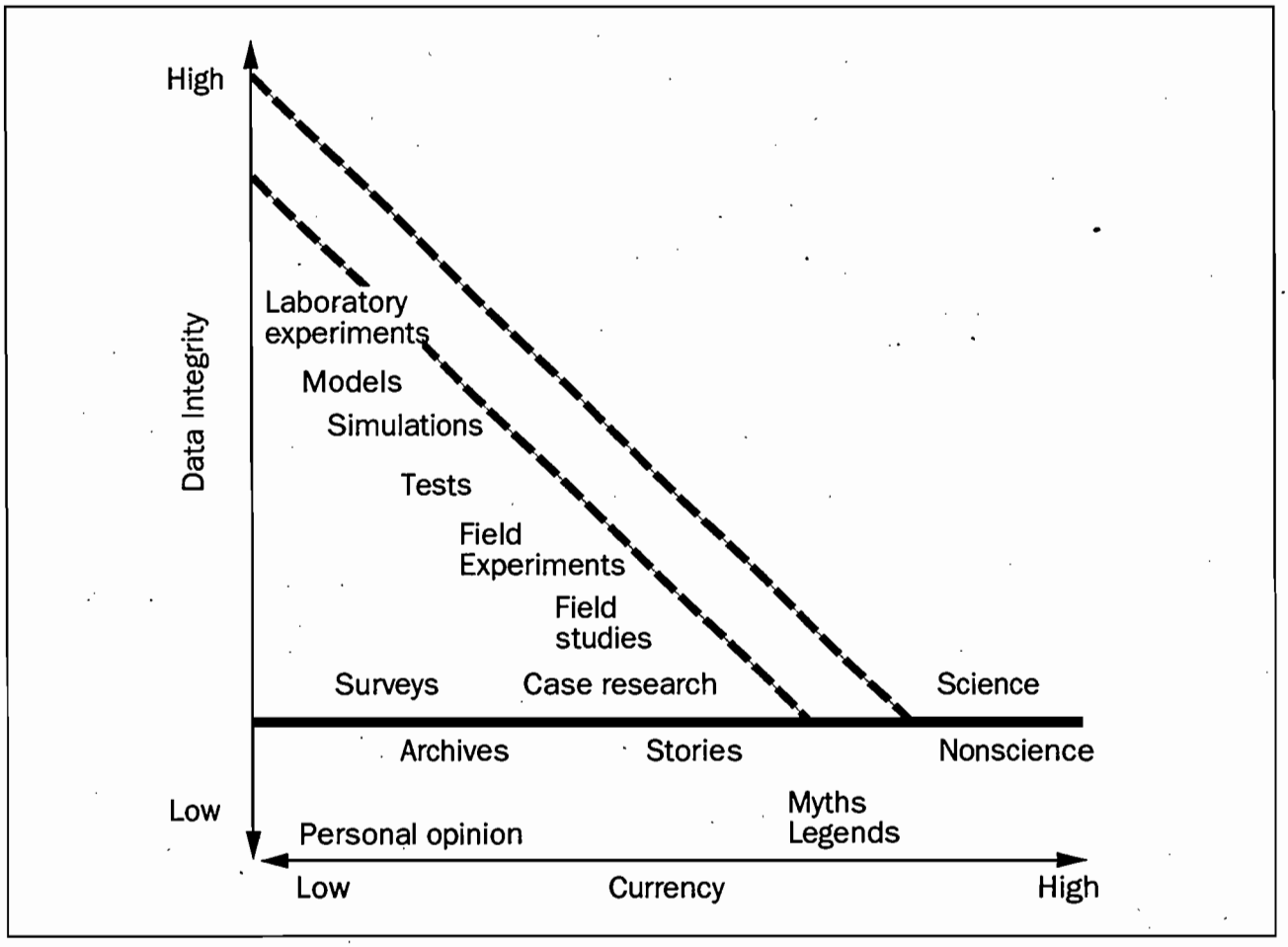


Figure 1. A knowledge-accrual triangle (from Bonoma)

Bonoma suggests that it is not possible for 'good' research to have both strengths.

It is my opinion that Bonoma's suggested trade-off represents reality, but that this should not inhibit the use of case studies any more than the use of controlled experiments. The fact that a decision case is based on an event that cannot be replicated nor repeated should not be considered a weakness. It is, in fact, this feature that helps make decision cases uniquely valuable. There is much to be gained from life's rare and singular experiences, many of which cannot be understood if removed from their social context.

A New Paradigm

Decision cases require agricultural scientists (researchers, teachers, students) to place themselves in the positions of nonscientific decisionmakers (farmers, agricultural agents, community leaders, etc.) and to evaluate the specific decisions or dilemmas facing these people. When scientists do this, they experience a paradigm shift. The new paradigm reveals the validity of experience, the power of social values, and the subtle importance of ethics. The new paradigm may also reveal the futility of fixed replications over years, or of limited variables, or even of statistics.

We need this new paradigm to help us incorporate relevance into agricultural research, extension, and training. With this new paradigm we will begin to question a professional approach based almost entirely on statistically significant, limited-variable, hypothesis-driven, deductive work; work that does not accommodate holism, nor take into account the populist perspective.

A Proposal

I propose that the agricultural sector learns from the business world and incorporates decision cases into its research and training efforts. I am confident that quality refereed decision cases would be an excellent complement to agriculture's data-based training programs, and that decision cases would help both scientists and students make progress in solving many pressing agricultural dilemmas.

I propose that we do not limit decision case research to farmers and farms. We should also research key industry and policy dilemmas. We should even develop some cases based on the problems faced by scientists and researchers. In other words, we should develop decision cases that help us relate to the real world dilemmas of key decisionmakers at all levels of worldwide agricultural systems.

We could effectively include many of these decisionmakers in our training programs. Researchers at the University of Minnesota have built cases around farmers, scientists, business people, and politicians (Crookston, Stanford 1989; Crookston, Stanford 1992; Crookston et al 1993; Davis et al 1991; Noetzel, Stanford 1992). Some of these subjects have been invited to participate with groups of students or professionals assembled to work on their cases.

Similar agricultural professionals, in countries worldwide, could serve as valuable advisors to our training programs. They themselves would also benefit from the debate and discussion surrounding their dilemmas, and from the synergy that would occur when participants with diverse viewpoints focused on those dilemmas, with the objective of recommending a solution.

I am confident that decision cases would provide us with tremendous insight into the bottlenecks in our food production systems. They would help us to focus our training and research projects on the issues that are most critical to improving food production and security.

Decision cases are based on the principle of participative learning. Harvard and many other successful business universities have concluded that decision cases are a highly effective means of providing students with skills in analyzing problems and synthesizing action plans, and helping them to develop mature judgment and wisdom (Dooley, Skinner 1977; Gragg 1954; Hammond 1976). These are skills that are acutely needed to direct the research efforts of scientists who otherwise gravitate toward theoretical academic pursuits and the approval (through technical publications) of intellectual peers. I am confident that if decision cases were included in our farming systems research and extension training programs, the better training received and the better decisions made as a result would maximize our skills and limited resources.

At the University of Minnesota, we have found that when decision cases are incorporated into our research and training programs, a sense of reality, vitality, and practicality is evident in all our efforts. I recommend the decision case method to all those involved in systems-oriented research and training for agriculture and rural development around the world.

References

Bonoma TV. 1985. Case research in marketing: opportunities, problems, and a process. Journal of Marketing Research 22:199—208.

Crookston K, Stanford M. 1989. AgriServe Crop Insurance. College of Agriculture decision cases #2. Saint Paul, MN, USA: University of Minnesota.

Crookston RK, Stanford MJ. 1992. Dick and Sharon Thompson's 'problem child': a decision case in sustainable agriculture. Journal of Natural Resources and Life Science Education 21:15—19.

Crookston RK, Stanford MJ, Simmons SR. 1993. The worth of a sparrow. Journal of Natural Resources and Life Science Education 22(2):134—138.

Davis D, Groth J, Stanford M. 1991. The containment of *P. sorghi*. College of Agriculture decision cases #20. Saint Paul, MN, USA: University of Minnesota.

Dooley A, Skinner W. 1977. Case casemethod methods. Academy of Management Review April 1977.

Gragg CI. 1954. Because wisdom can't be told. Harvard business school publications on case development and use. Boston, MA, USA: Harvard Business School, Publishing division.

Hammond JS. 1976. Learning by the case method. Harvard business school publications on case development and use. Boston, MA, USA: Harvard Business School, Publishing Division.

Noetzel D, Stanford M. 1992. Minnesota sunflower (B) the honeybee kill. College of Agriculture decision cases #34. Saint Paul, MN, USA: University of Minnesota.

Simmons SR, Crookston RK, Stanford MJ. 1992. A case for case study. Journal of Natural Resources and Life Science Education 21:2—3.

Farming Systems and Learning Systems

Notes from the Experience of the School of Development Studies, University of East Anglia, UK

Gibbon, David; Bell, Simon
School of Development Studies,University of East Anglia, Norwich, UK

Abstract
This paper examines progress made in inducing a greater sense of learning during the process of agricultural research and development. An overview of systems and farming systems research fields is followed by a review of progress made in the learning experience at the School of Development Studies and the Overseas Development Group at the University of East Anglia, UK. The paper focuses on the requirement of learning systems to reflect real needs, mutual education (between educator and student), and the potential of eclectic systems methodologies.

Key words
Farming systems, learning systems, eclectic methodology.

Résumé
Systèmes de production et systèmes d'apprentissage : quelques réflexions tirées de l'expérience de la School of Development Studies (Université d'East Anglia)
Les auteurs font le point sur l'évolution de la notion d'apprentissage dans la recherche et le développement agricoles. Après un bref rappel sur les systèmes et la recherche-système, ils présentent l'expérience de la School of Development Studies et de l'Overseas Development Group de l'Université d'East Anglia en matière d'apprentissage. Une attention particulière est accordée à la nécessité du recours à des systèmes d'apprentissage permettant de traduire des besoins réels, à l'enseignement interactif (entre enseignants et enseignés), et à l'utilisation possible, dans cette démarche, de méthodes systémiques diversifiées.

Introduction

There is a continuing concern that, despite the many positive advances—both conceptual and practical—that have arisen from the development of farming systems research and extension over the past 20 years, there has been very little impact on the development of more systems-based training of agricultural and social scientists within higher education institutions. In this paper, we discuss the continuing importance of systems thinking, the evolution of farming systems research and extension, and the importance of farmer-participatory approaches. Also discussed are the ways in which both the principles underlying these ideas and the necessary practical skills required to participate usefully in the implementation of agricultural and rural development activities may be learned within agricultural and developmental studies programmes at first- and second-degree levels.

Systems Thinking

This paper is concerned mainly with identification of the value and usage of systems concepts in farming systems research. To achieve this end it is important to outline where systems thinking has come from and the major directions it is now taking. One problem with such a review is the difference between the views of systems practitioners in all fields (eg, information systems thinking, farming systems thinking) and the views of those centrally concerned with the theoretical aspects of the systems movement itself. The later sections address practitioner concerns, and, in particular, focus on three concepts—the 'hard' tradition, the 'soft' approach, and the development of eclecticism in the systems movement.

When Checkland wrote *Systems thinking, systems practice* (1981), far-reaching changes, which the 'soft' method implied, were already at work in the systems movement. Possibly the most important changes were the unsettling of traditional, western scientific, technical views of the nature of systems and the forging of new systems agendas that focused on people and communities. The history of applied systems thinking was dominated by the principles of repeatability, reducibility, and refutability long advocated by the empirical scientific tradition. Checkland saw such 'hard systems' approaches as being centred on efficiency and its possible economic relevance. He argued:

"It is not surprising that this outlook underlies 'hard' systems thinking, it is inevitable, given the historical origins of systems engineering and systems analysis in the world of engineering and engineering economics. Hard systems thinking makes use of the kind of thinking which is natural to design engineers, whose role is to provide an efficient means of meeting a defined end" (Checkland 1981, p. 139). If the hard approach is based on a scientific view of the world, integrally related to engineering concepts and quantitative methods, then the 'soft' approach has its origins in action research, the unspecified nature of most problem situations, and the critical point that both researcher and client are part of the problem context. This implicit underlining of participation in a shared context is arguably the most important feature of the approach.

More recently, specifically in the field of information systems development, eclecticism in systems thinking has arisen as a core issue. Hard and soft are not wrong and right (respectively), they are different, and have different virtues and strengths. One approach has the ability to specify variables for measurement to provide verifiable criteria for statistical inference, while the other provides insight into complex situations where there is little or no agreement about what constitutes 'the problem'. In information systems development, both the work of Avison and Wood-Harper (1990) and Bell and Wood-Harper (1992) in the development of 'multiview' information systems development methodology provide evidence that systems approaches can encompass both methodologies and the underlying ways of thinking. If the recent history of the systems movement may be regarded as evolving from the certainties of hard approaches through the contextual specificity of soft approaches to the potential of eclectic approaches, then we might expect to find this chronology reflected in the history of farming systems research (FSR).

The FSR Experience

It is not our intention to embark on a detailed critique of the history and development of FSR and extension (FSR/E), but to stress the importance of recognizing that since its early development (Gilbert, Norman, Winch 1980) FSR/E has evolved considerably in response to the accusation that the approach was too narrowly focused (Davidson 1987), inflexible (Oasa 1985), and politically naive (Biggs, Farrington 1991). This is not to say that the approach is without problems of interpretation and application under different circumstances, but there does appear to be general acknowledgment that the underlying principles are important, both in analysing the nature and operation of farming strategies and practice, and in seeking ways of improving the often very difficult situations and environments in which farmers attempt to make a living. Several key areas remain problematic:

- The 'stages' process of research, and the transfer-of-technology approach that is still evident within many research institutions. This flies in the face of much of the modern literature on the nature of technological change (Biggs 1990).
- Despite major contributions from social scientists to the development of FSR/E, through substantial work on gender analysis (Feldstein, Poats 1989) and on farmer-participatory research methods (Ashby 1987; Rhoades, Booth 1985; Farrington, Martin 1988), many agricultural research systems remain dominated by natural scientists, with social scientists having a peripheral role to play.
- The institutional setting of FSR/E projects and programmes. As with any 'new' approach, FSR was treated almost as a new discipline in some institutions and was accorded departmental status. This has often resulted in a rather negative experience and the tendency, after a number of years of the FSR/E programme failing to 'produce', has been either for the institution to drop the systems idea altogether or to embark on a restructuring programme involving the creation of cross-disciplinary teams within problem areas.
- The impact of farming systems thinking has had least effect within the curricula of agricultural higher education institutions. Although a number of agricultural institutions, in the north and south, have introduced farming systems training at graduate level, few, if any, have returned to the principles of agricultural training in first degree training that were stressed over 35 years ago. These involved systematic learning about the science, art, and practice of agriculture, and a large component of practical involvement in agricultural planning and field work (Gibbon 1992).

Farming Systems and Learning Systems

Clearly, we cannot solve the recurring problems of poor performance of FSR/E without focusing on the scope and nature of the learning process within higher education institutions. Ison (1990) argues that the mode of communication within many agricultural institutions emphasizes teaching and a top-down style of knowledge transfer that is ineffective in many agricultural research and extension systems. In short, the people who are expected to develop a sympathetic understanding of farmers and farming systems and to seek ways of improving their situations are singularly ill equipped to do this because they have never learned how to learn. This line of thinking has emerged from the work of Kolb (1984) and an institution that has restructured in order to develop the process of experiential learning, Hawkesbury Agricultural College (now the Faculty of Agriculture of the University of Western Sydney) in Australia (Bawden 1992; Macadam, Packham 1989).

Figure 1 captures the essence of the approach, which integrates the processes of learning, problem solving, and research, and moves away from the conventional hierarchical structures and modes of operation that see the student as a passive recipient of knowledge transferred from the academic staff. It also incorporates the essential interdependence of ideas found in Checkland's writings (1981). Although few agricultural institutions have followed entirely the example of Hawkesbury, several have begun to evolve approaches that contain some, if not all, of the principles of flexible structures and organization, are interdisciplinary, and place the emphasis on action research and development. The model presented below provides one example of a School that has developed within a sympathetic institutional structure recognizing the need to respond iteratively to the ever-

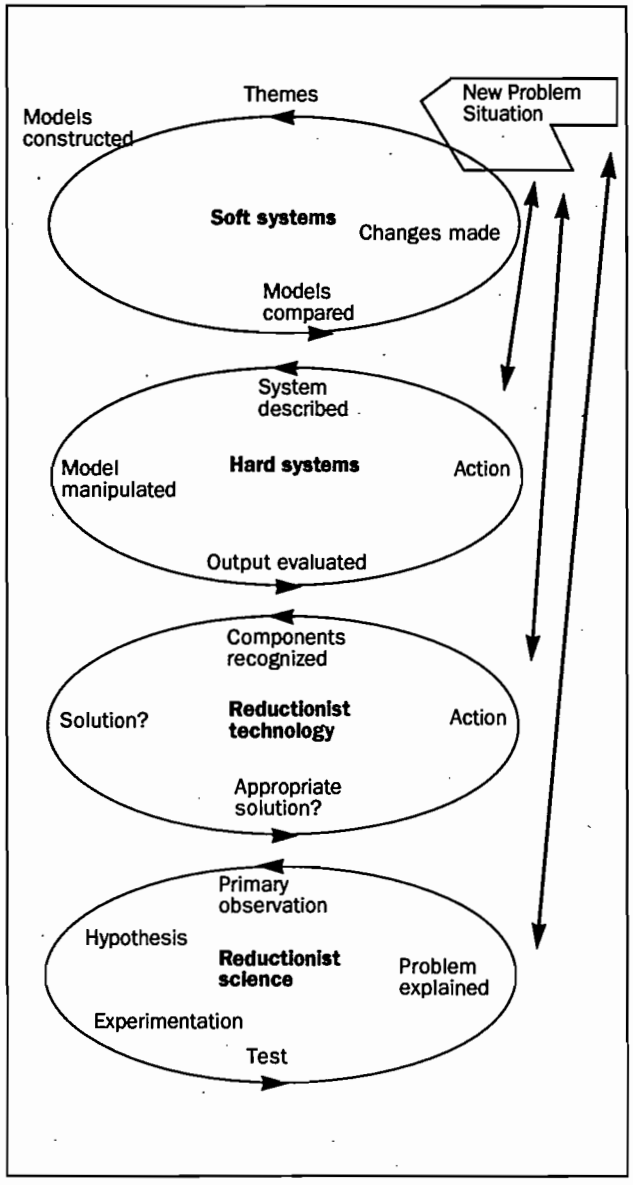


Figure 1. *Spiral of problem-solving methodologies and their relationship to a common learning cycle. Adapted from Ison (1990), Kolb (1984), and Bawden (1985).*

changing requirements of developing countries through the provision of flexible-learning environments for both staff and students.

The Experience of the School of Development Studies

A number of faculties within the School have been intimately involved in the evolution of ideas on systems concepts and thinking and in the development of FSR/E over the past 20 years. As a result, both elements have been incorporated into the structure, approach, and some of the programmes of the School and the Overseas Development Group (ODG)

Background to the School

The School of Development Studies was established in 1967 at the University of East Anglia, Norwich, UK. The University was constructed at a time of significant expansion in higher education in the mid-sixties when experiments in new structures were encouraged. It is composed of 13 multidisciplinary Schools that were intended to develop strong cross-disciplinary linkages, both within and between Schools and in collaboration with neighbouring scientific institutions.

Development studies, which focus on developing countries and the interdependence between north and south, emerged following the involvement of a multidisciplinary faculty team in a project in a developing country. A BA degree programme was developed in the early 1970s. Later, natural resources and agricultural skills were added to the existing expertise in political science, geography, economics, anthropology, and sociology. A BSc was then added. This programme not only gives students a basic grounding in the scientific principles of natural resource processes and management, but also provides the political, social, and economic context within which people manage natural resources and the environment. Following a basic grounding in hard and soft systems thinking, second—and third—year courses focus on development and change within farming and other resource management systems. The nature and role of agricultural research systems in development is also discussed. The School encourages a mature student entry and currently over 50% of the BSc students are over 23 years of age on entry. Within the formal teaching programme there is a strong emphasis on learning techniques with, at the very least, formal contact hours, regular student-led seminars, and practical field and laboratory work. Students are also encouraged to spend up to one year in a developing country. The School now runs MA and MSc programmes, and has developed a strong core of graduate research students, mainly from developing countries. Many graduate students originate from countries and institutions with which the faculty has had long-term involvement; this allows effective interaction to be built up over time. In the areas of natural resources and, particularly, farming systems research, many graduate research students focus on important theoretical and practical issues related to systems analysis and the development of more sustainable agricultural systems in resource-poor environments with more needy farming families.

Background to the ODG

The members of faculty are all members of the ODG, a company owned by the university but managed by its members. The members are expected to spend up to one third of their time (this may be up to two consecutive years) on activities not funded by the university (eg, funded research, advisory work, training or secondment to an institution or project in a developing country). The ODG has completed over 300 assignments in more than 30 countries of Asia, Africa, and Latin America. It has worked with many national and international institutions and donors. The ODG also runs short courses at the University of East Anglia and hosts a visiting professionals programme. Interaction within and between these groups of experienced professionals contributes greatly to the fund of knowledge on contemporary development issues in the ODG and the School.

There are many advantages to this unique arrangement. The experience that the faculty gains feeds back directly into teaching and learning programmes, both at undergraduate and graduate levels. If the relationship with an institution in a developing country is long term, it is possible that more substantial linkages can develop between the Schools through training at Masters level and through the supervision of graduate research students. The ODG does not expect to make profits, but if any surplus is generated after the deduction of costs it can be channelled back to the School to fund new research, teaching and project initiatives, and basic equipment. Work is accepted or rejected on the basis of its relevance to the overall goals of the School and the University. As far as possible, consultancy work should be relevant to the research themes and the interests of the faculty and the School's research groups. Work may be carried out for large international donors and institutions, but the group also works for nongovernmental agencies that are conducting some of the most interesting farmer participatory research and development work.

Making Links—Research, Operational Development Activity, and Teaching

The School of Development Studies and the ODG combine to provide an environment where research, operational development activities, and teaching come together in a mix that is both complex and provocative. The key areas of interest to the themes outlined in this paper are evident in the systems approach followed in the BSc programme, the focus on farming systems in the MSc (Agricultural Systems Research and Development), and in the approach to graduate student research, for which substantial field work is conducted in developing country environments. An important link between the ODG activity and the School is the regular, ongoing involvement of the faculty in farming systems research, farmer participatory research, on-farm research, training, evaluation, and institutional support activities in many developing countries. The teaching programme of the School and the work of the ODG both benefit from this mixture. Firstly, in teaching, current professional practice and the impact of context-specific issues (pertaining to politics and wider economy, for example) are seen to be significant factors in problem analysis. Secondly, in operational development activities and related training, clients can be confronted with views that are derived not from familiar normative structures, but from a dispassionate appraisal of practice.

In either case, the students attending teaching programmes in the School and the participants and clients working with the ODG should receive a deeper and more pointed experience of problem solving activity in improving situations. It is the linkage of this activity to systems approaches that provides further insights into development opportunities.

The Result of the Experience

This type of education system produces several different 'outputs':

- BSc students. It is important to bear in mind that the BSc programme may be regarded as development education. A number of students will move into the same range of jobs as any general degree student might. In fact, there is growth in development education opportunities in the UK; some of the developments of the past 10 years were initiated by a number of our graduates. Other students will move on to MSc programmes at other Universities in Europe or elsewhere. Most students who wish to begin a career in research development will tend to specialize at MSc level and then will be available for field work for nongovernmental organizations (NGOs) or will undertake professional training with the Overseas Development Agency. A small number will develop research proposals and submit them for funding or apply for research assistant posts.
- MSc students. Typically, MSc students in the UK must reorient from a strongly disciplinary background. Some students may be on one year's sabbatical from development agencies. The overseas students on this course are generally professional agriculturalists or social scientists who need a systems and interdisciplinary perspective. They will usually return to their home institutions and become involved in the development of farming systems research teams and programmes. Others may be from a more varied environmental and conservationalist background and need to place their knowledge in a perspective that includes other institutional priorities and policies.
- Graduate students on MPhil and PhD research programmes. These degree courses are conducted entirely through research and submission of a thesis. The students—part time or full time—may be from the UK or from overseas. They come from varied backgrounds and take up a range of jobs in development. Many overseas PhD graduates are now in senior positions in ministries within their own countries.

Building on Systems Foundations

This section reviews progress in developing new views of development activity and the manner in which these views are being incorporated into our work practice.

New Paradigms?

There have been important developments in recent years that have arisen from much of the early experience of FSR/E in attempting to develop more effective work with farmers on their farms. This has included acknowledgment of the importance of understanding farmer knowledge (IDS 1979; Richards 1985) and of major changes in the roles, attitudes, and approaches to on-farm research. Shifts in attitudes and thinking have been stimulated by the emphasis on farmer-first, farmer-participatory research (Chambers, Pacey, Thrupp 1989; Farrington, Martin 1988). This work, in turn, has been strongly linked to methods of rapid rural appraisal, which arose from some of the early work of Conway (1985) and others. Participatory rural appraisal methodologies and their variants (Cornwall, Guijt, Welbourn 1992) are now stimulating great interest among many involved in rural development research and extension, but they are also

being seen by some as quick solutions to complex problems, and may not be appropriate or lead to sustainable improvement in all cases.

In a recent review of the theoretical and applied literature on farmer participatory research, Okali, Sumberg, and Farrington (1992) suggested that the key issue in the explosion of interest in participatory rural appraisal (PRA) activities is the need for researchers to develop a clear understanding of the nature of local knowledge and the farmer-led experimentation process. Without this understanding, no matter how many rapid techniques, methods, and tools are used, it is doubtful whether any long-term benefits can be achieved unless long-term observation, measurement, and monitoring of rural change processes run in parallel (Okali, Sumberg, Farrington 1994).

In a review of PRA activities within a project in India, Mosse (1993) noted that although the technique contributed to the promotion of participatory development, important problems included the rapidity and superficiality of the approach, the tendency to 'construct' local knowledge, the dominance of relations of power and gender, and the dominance of the investigators themselves. The themes and principles contained in participatory approaches seem sound and are in line with the educative and sympathetic themes that are evident in much of farming systems research. However, themes and principles are not so much at issue here. Of more concern might be the view of the practitioner. This again underlines the emphasis that the School and the ODG place on practice and theory.

This suggests that methodology in this context needs to be developed and adapted, not merely as a set of rules of conduct (the 'letter' of the methodology), but also in terms of a deeper understanding in which the 'spirit' of the approach is also applied. Recent work conducted in Australia indicates that letter and spirit can be combined systemically, participatively, and sustainably.

Soft Systems Methodology and Farming Systems Research

Our point of reference is taken from the statement: "Development is primarily a learning process—one group cannot develop another; the only type of development possible is self-development" (Ackoff 1990). Bawden (1992) indicated a way forward for FSR by means of systemic action research (SAR), which has at its root the intention to solve a conundrum evident in the Mosse critique of PRA. An approach to problem solving can claim to be multidisciplinary and participative, but it still depends on the integrity and competence of the practitioners (both researchers and farmers). A metaphor taken from computer programming makes a point. A friend was discussing, with a traditionalist colleague, recent improvements in the field of programming languages. In particular, he was eulogizing on the ease of coding in new languages and the incentive that they provided to improve usability and documentation for subsequent programmers to work on. The colleague said: "It doesn't matter what new languages you give me to work with, I will always code them using FORTRAN." No matter how successful academics are at changing rules, principles, and themes, the practitioner will continue to use tried and tested tools.

How can attitudes be changed? Bawden suggests that the will must be found to encourage scientists to work in rural communities, question themselves, apply a systemic approach to their work, and encourage collaboration with those who control the funds necessary to turn research into farming practice. If this does not happen then "farming systems research and development initiatives will remain constrained by a positivist paradigm, albeit as practised as a multi-disciplinary techno-science" (Bawden 1992, p. 123). In the School of Development Studies we are also aware of this potential problem and have been working for some time to integrate both hard approaches and soft methodologies. With its roots in research and advisory work, this approach is gradually being built into both undergraduate and postgraduate teaching. One example of this concerns the teaching of multivariate methods. This focuses on the use of analysis of variance, which is supported by a corresponding soft systems analysis of a related problem. During both exercises, students are encouraged to consider their role in the research process and how their views and assumptions influence the outcomes. More recently, there has been growing interest in self-analysis prior to project implementation. Bell and Wood-Harper (1992) discussed a self-analysis tool that involved comparison—prior to application—of the background thinking and the 'approved methodology' of the researcher with the details of the context in which the methodology was to be applied. This analysis should inform the researcher about the appropriateness of the methodological tendency to the context. It is also intended to assist in the self-learning process.

Conclusions

What are the lessons that emerge from our 20 years of experience of progress in farming systems research and development, and from the poor acceptance of the implications and needs by many higher education institutions? It would appear that until we rethink radically the ways in which we approach our education programmes, we will continue to be obliged to mount reorientation programmes for inadequately trained scientists. These training programmes are unlikely to have any sustainable impact as the participants return to hierarchical, disciplinary, institutional contexts, which are highly conservative and resistant to reform. We believe that before we can contribute substantially to educational reform elsewhere, we must put our own house in order by:

- further encouraging mature students to enter higher education;
- focusing on learning systems as a means of giving students greater responsibility for their education;
- developing transferable skills;
- applying multi- and inter-disciplinary team approaches to the improvement of situations;
- developing innovative approaches to assess and review the progress of both staff and students.

Some of us have begun to move in this direction, but much remains to be done. Possibly, the realization that some of

the lessons gained from our experience of systems in developing countries might be applicable to the reform of our own, over-productive, polluting, and clearly unsustainable agricultural systems, will stimulate more radical rethinking within agricultural educational institutions.

References

Ackoff RL. 1990. Ackoff's fables. Very short stories with very sharp points—on development. Systems Practice 3:3—6.

Ashby J. 1987. The effects of different types of farmer participation on the management of on-farm trials. Agricultural Administration and Extension 25:235—252.

Avison D, Wood-Harper AT. 1990. Multiview: an exploration in information systems development. Oxford, UK:Blackwell Scientific.

Bawden RJ. 1992. Creating learning systems—a metaphor or institutional reform for development. Paper presented at the conference Beyond Farmer First: Rural People's Knowledge, International Institute for Environment and Development (IIED)/IDS, 27—29 October 1992, Sussex, UK.

Bawden RJ, Macadam R, Packham R, Valentine I. 1984. Systems thinking and practices in the education of agriculturalists. Agricultural Systems 13:205—225.

Bell S, Wood-Harper AT. 1992. Rapid information systems development: systems analysis and design in an imperfect world. Maidenhead, UK: McGraw Hill.

Biggs SB. 1990. A multiple source innovation model of agricultural research and technology promotion. World Development 18(Dec 1990):1481—1499.

Biggs SB, Farrington J. 1990. Assessing the effects of farming systems research: time for the reintroduction of a political and institutional perspective. Paper prepared for the Asian Farming Systems Research and Extension Symposium, Bangkok, Thailand.

Chambers R, Pacey A, Thrupp A, eds. 1989. Farmer First. London, UK: IT Publications.

Checkland P. 1981. Systems thinking, systems practice. Chichester, UK: John Wiley.

Conway G. 1985. Agroecosystem Analysis for Research and Development. Bangkok, Thailand. Winrock International Institute for Agricultural Development.

Cornwall A, Guijt I, Welbourn A. 1992. Acknowledging process: challenges for agricultural research and extension methodology. Overview paper II presented at the conference Beyond Farmer First: Rural People's Knowledge, International Institute for Environment and Development (IIED)/IDS, 27—29 October 1992, Sussex, UK.

Davidson AP. 1987. Does farming systems research have a future? Agricultural Administration and Extension 24:69—77.

Farrington J, Martin A. 1988. Farmer Participation in Agricultural Research: a review of concepts and practices. Overseas Development Institute (ODI) occasional paper 9. London, UK: ODI.

Feldstein HS, SV Poats. 1989. Working together: gender analysis in agriculture. Connecticut, USA: Kumarian Press.

Gibbon D. 1992. Strategies for incorporating farming systems research and development into institutional structures and organisation. Cont. in Institutionalisation of Farming Systems Development. Expert consultation, October 1991. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

Gilbert E, Norman D, Winch FE. 1980. Farming systems research: a critical appraisal. Rural development paper No. 6. Michigan, USA: Michigan State University.

IDS. 1979. Whose knowledge counts? Sussex, UK: IDS.

Ison R. 1990. Teaching threatens sustainable agriculture. International Institute for Environment and Development (IIED) Gatekeeper series No. 21. London, UK: IIED.

Macadam RD, Packham RG. 1989. A case study in the use of soft systems methodology: restructuring an academic institution to facilitate the education of systems agriculturalists. Agricultural Systems 30:351—367.

Mosse D. 1993. Authority, gender and knowledge: theoretical reflections on the practice of participatory rural appraisal. Agricultural Administration (Research and Extension) network paper No. 44, December 1993. 31 pp.

Oasa EK. 1985. Farming systems research: a change in form but not in content. Human Organisation 44:219—227.

Okali C, Sumberg J, Farrington J. Battlefields and trial-plots. (In preparation)

Pearson CJ, Ison R. 1990. University education for multiple goal agriculture in Australia. Agricultural Systems.

Rhoades RE, Booth RH. 1985. Farmer-back-to-farmer: a model for generating acceptable agricultural technology. Agricultural Administration 11:127—137.

Richards P. 1985. Indigenous agricultural revolution. London, UK:Hutchinson.

Human Capital in Italian Agriculture and the Roles of Education and Extension

Caldarini, Carlo; Mantino, Francesco
INEA (Istituto Nazionale di Economia Agraria), Via Barberini, 36, 00187 Rome, Italy

Abstract

This paper focuses on the human capital invested in Italian agriculture and on the role of extension services in improving the economic performances of farm holdings. The first part deals with the characteristics of human capital in agriculture at national level, and the relationships between education and professional qualifications, and farm structures and productivity. The second section examines the role and characteristics of human capital in three different socioeconomic contexts to evaluate how the interactions between human capital, socioeconomic context, and extension services determine labor productivity. Finally, the characteristics of public intervention in the field of extension services are discussed in the light of the results of the study. Great disparities exist in human capital resources in Italian agriculture. These disparities are strongly linked to farm structures, levels of farm income, and socioeconomic contexts. There is still great scope for improving the economic efficiency of farm holdings, particularly in the most marginal areas, where the diffusion of services is generally lowest.

Key words

Education, extension, farm strategies, human capital, information, Italy, local systems, professional qualification.

Résumé

Le capital humain dans l'agriculture italienne, et le rôle de l'instruction et de la vulgarisation

Le thème de cette étude est le capital humain dans l'agriculture italienne et le rôle des services de vulgarisation en matière d'amélioration des performances des exploitations agricoles. Dans la première partie sont présentées les caractéristiques du capital humain au niveau national et les relations existant entre enseignement et qualification professionnelle, d'une part et structures de l'exploitation et productivité, d'autre part. dans la seconde partie sont étudiés le rôle et les caractéristiques du capital humain dans trois contextes socio-économiques différents afin d'évaluer les interactions entre le capital humain, le contexte socio-économique et les services de vulgarisation intervenant dans la détermination de la productivité du travail. En conclusion, à la lumière des résultats de l'étude, sont examinées les caractéristiques des interventions publiques dans le domaine des services de vulgarisation. L'agriculture italienne présente de grandes disparités en termes de ressources en capital humain, disparités le plus souvent liées à la structure des exploitations, au niveau des revenus agricoles, et au contexte socio-économique. Il existe encore de grandes marges de manoeuvre pour l'amélioration de l'efficacité économique des exploitations, notamment dans les régions les plus marginales, où le rayonnement des services est généralement le plus faible.

Introduction

At present, rural development is the main strategy for coping with social and economic disparities between regions. These disparities are based on considerable differences in natural resources, farm structures, availability of financial resources and, last, but not least, human capital resources.

Improvement of the human factor in agriculture has always been a traditional area for public intervention. A significant role for this type of intervention was envisaged in the report, The future of the rural world (Commission of the European Communities 1988). More recently, in its White Paper on growth, competitiveness, and employment, the Commission reiterated the crucial role of public intervention in this field (Commission of the European Communities1993).

Human capital has always been a traditional field of study, particularly in terms of the neoclassical theory of investment (Becker 1966; Schultz 1966). In social terms, the concept of human capital generally refers to a wider 'horizon of discourse', access to sociocultural differentiation, and, most importantly, easier access to resources.

Human capital in agriculture has been studied from different perspectives. In particular, Benvenuti has studied in depth the interactions between human capital and extension services (Benvenuti 1983; Benvenuti et al 1992).

This paper focuses on problems concerning human capital in Italian agriculture and on the role of extension services in improving the economic performances of farm holdings. The first section deals with the characteristics of human capital in agriculture at the national level, and the relationships between education and professional qualifications, and farm structures and land productivity. Human capital is equated with the level of education and the professional qualifications of the individual. The second section examines the role and characteristics of human capital in three different socioeconomic contexts to evaluate how interactions between human capital, socioeconomic context, and extension services determine labor productivity. Here, a third component of human capital is taken into account—level of information. Finally, the characteristics of public intervention in the field of extension services are discussed in the light of the results of the study.

Education and Professional Qualifications of Farmers in Italy

In this investigation, national statistical data were used to perform a macro level analysis to determine the nature of the relationship between education and professional qualifications in agriculture, and the availability of resources and the economic results of farms.

In Italy, the minimum school-leaving age is 14 years (scuola media inferiore). To make data analysis easier, we grouped school education into four levels (none, low, medium, and high). The low level corresponded to education below compulsory school, the medium level, to compulsory school, and the high level, to secondary school (in Italy, between the ages of 14 and 18 years) and university. The last level represented those holding no school qualifications.

Table 1 shows that, typically, the agricultural labor force is characterized by highly inadequate levels of education: 13% of the labor force have no school qualifications and 66% have not gone beyond compulsory education. This contrasts badly with domestic manufacturing (2% without school qualifications) and services (1% without school qualifications).

This trend is even clearer on examination of the educational background of the farmholders, 18% of whom have no school qualifications (Table 1). Of course, account must be taken of the peculiarity of agriculture, that a large proportion of small and very small plots of land is owned by pensioners who received a low level of education. Nevertheless, it is significant that, however marginal, this group of farmers manages 13% of used agricultural area (UAA) and obtains 10% of the standard gross margin (SGM). Overall, uneducated farmers and farmers who received low levels of education manage 66% of all UAA and obtain 63% of the SGM. These data confirm the crucial role of the human factor in Italian agriculture.

Lack of education is closely associated with lack of access to resources. In fact, in going from the lowest to the highest education levels, the average farm size and farm income increase linearly. However, the relationship between education and resources is more complex and, over time, appears to be reciprocal: education is influenced by the level of available resources, and vice versa. Moreover, if information about the education levels of other family members working on the farm were available, this would probably reveal a more marked relationship. At present, such data are not contained in published national statistics. Nonetheless, in the next section we use survey data to take account of household education.

The totality of education data does not, however, reveal a linear relationship between school educational levels and the indicator of profitability (measured as SGM/UAA). This is because, very often, highly educated farmers work on the farm on a part-time basis, and spend most of their working time in off-farm occupations requiring a medium to high

Table 1. Characteristics of the Italian laborforce, including farmholders, according to level of education.

	None	Low	Medium	High	Total
National laborforce (%)					
Agriculture	13.3	52.8	25.5	8.4	100.0
Manufacturing	2.1	31.0	46.4	20.5	100.0
Services	1.0	16.9	42.0	40.1	100.0
Total laborforce	2.4	24.2	41.8	31.6	100.0
Farmholders (%)					
Farm holdings	18.6	58.5	14.1	8.9	100.0
Used agricultural area (UAA)	12.9	52.9	17.1	17.2	100.0
Standard gross margin (SGM)	10.3	53.3	18.9	17.4	100.0
Means					
UAA/farm(%)	3.17	4.16	4.82	8.91	4.50
SGM/farm (%)	3.58	5.88	7.50	12.71	6.31
SGM/UAA	1.13	1.41	1.55	1.07	1.40
Indices (national average = 100)					
UAA/farm	70.5	92.5	107.3	198.1	100.0
SGM/farm	56.7	93.2	118.8	201.3	100.0
SGM/UAA	80.4	100.8	110.7	76.4	100.0

Source: *Istituto nazionale delle statistiche (Istat) 1991.*

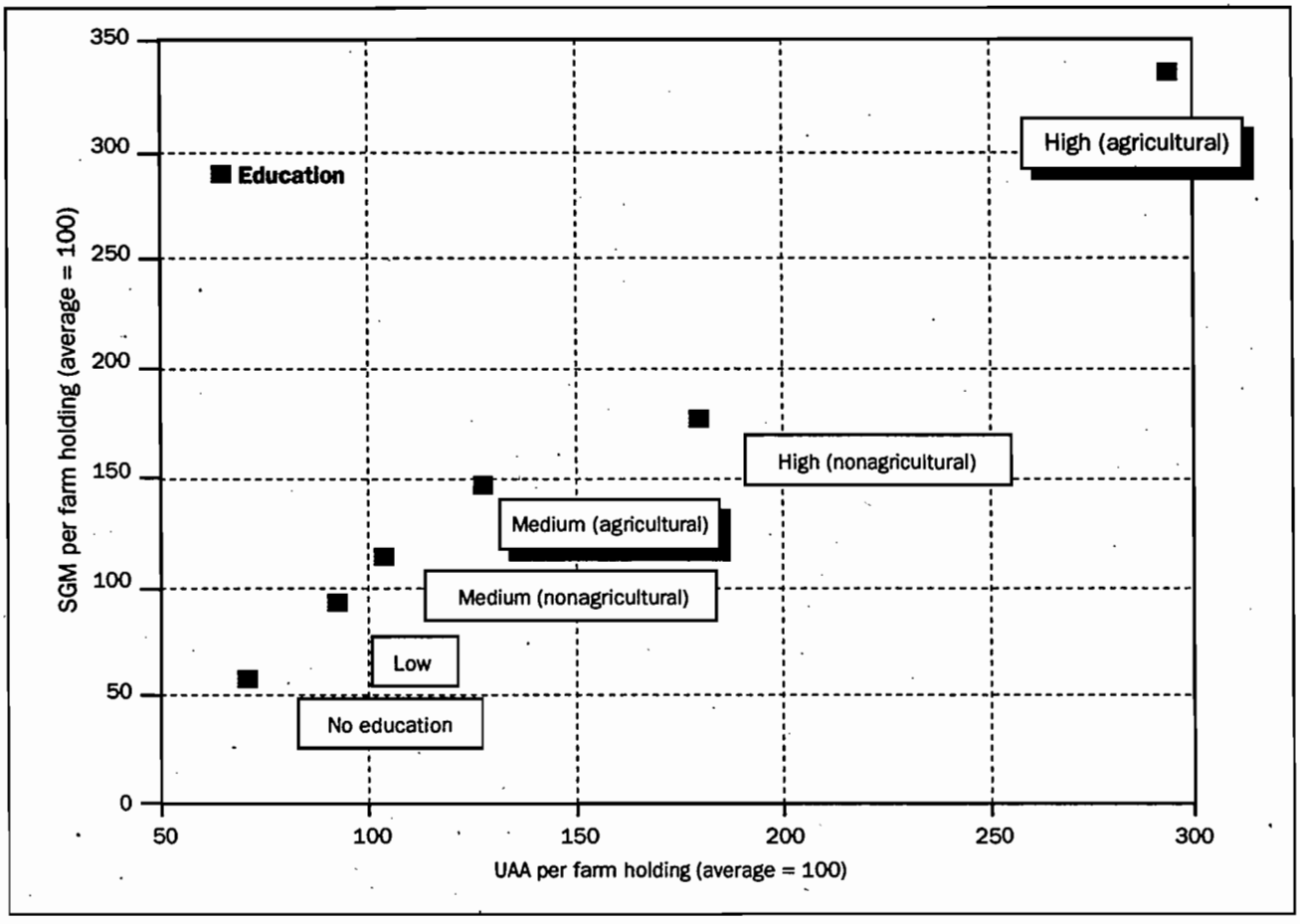


Figure 1. *Relationship between education levels, UAA per farm, and GSM per farm.*

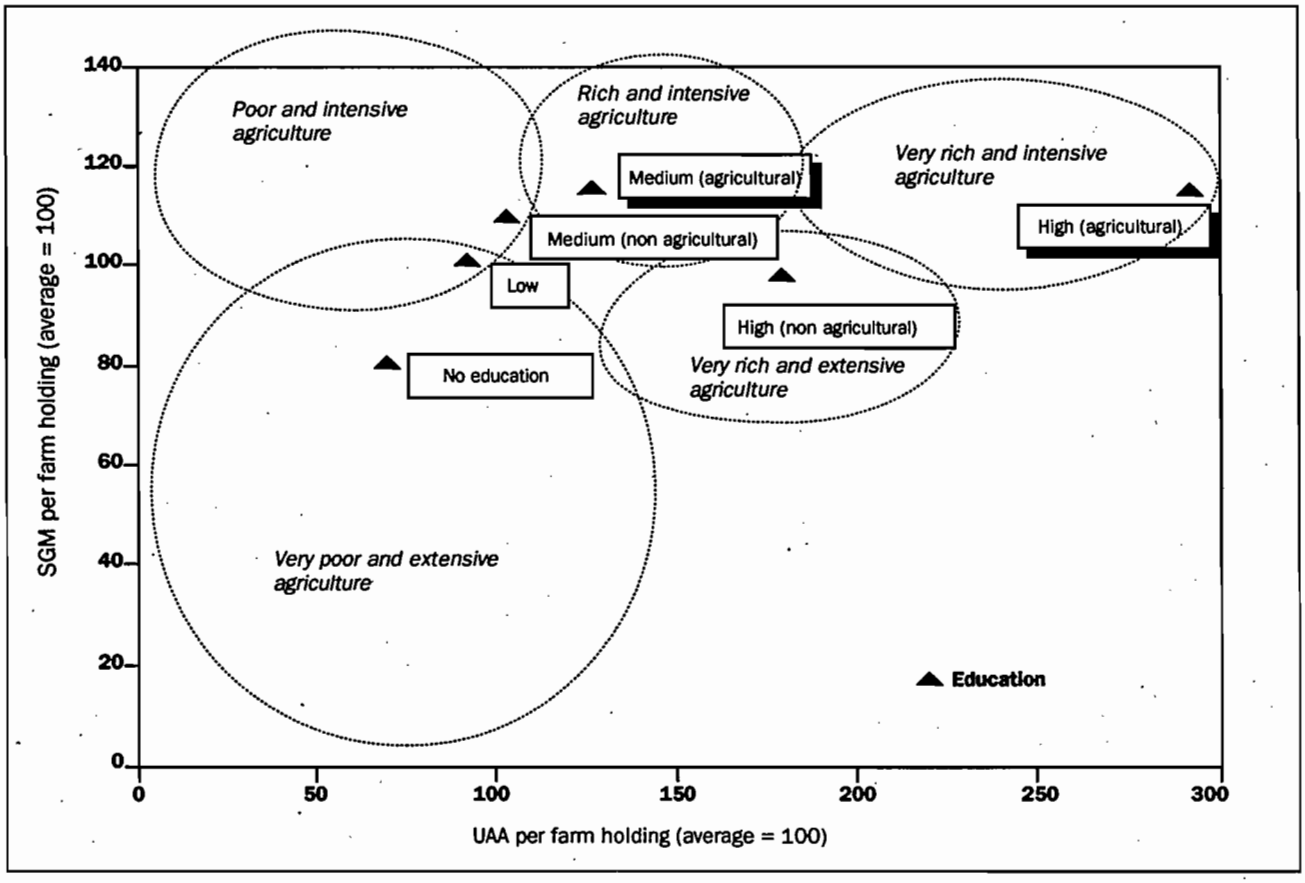


Figure 2. *Typologies of farm strategy.*

educational background. The already clear relationship between school education and UAA and SGM was further emphasized by creating an additional distinction within the medium and high education levels: that between agricultural and nonagricultural school qualifications (Figure 1). It is interesting to note that this relationship remains valid within homogeneous types of farming.

Now we shall consider the indicator of profitability. We have used the selected indicator (SGM/UAA) and data concerning educational level and farm size to attempt to identify the various strategies adopted in farm management. This can be considered as a representation of how education and farm resources interact and hence influence the economic performance of the farm.

Figure 2 illustrates five different strategies. In the first, general poverty and extensive use of land prevails; this is the consequence of low education levels and small farm sizes. The second strategy is common among farmholders who received a medium to low level of education, have no agricultural qualifications, and are faced with the problem of scarcity of land. In this case, it is possible to improve income conditions, and moderately intensive use of the land is prevalent. The third strategy can be associated with a group of rich farmers who received a medium level of education, possess an agricultural qualification, and have a fair amount of land. These conditions also favor intensive land use, but the results are better than those of the previous group. The fourth strategy emerges from the combination of higher education levels, a lack of agricultural qualifications, and good farm structures. This type of agriculture is still rich in terms of average farm income, but is land extensive. The remaining strategy, which is adopted by highly qualified farmholders with large farms, is very rich and land intensive. Together, the last three strategies represent 10% of all Italian farm holdings.

In summary, high education levels, agricultural qualifications, and good farm structures interact positively, and provide the conditions for a rich and intensive agriculture: low levels of education, a lack of agricultural qualifications, and poor farm structures result in a poor and extensive agriculture.

In the next section, we move from analysis of the national situation to analysis of representative socioeconomic contexts.

Education, Information, and Extension Services in Three Socioeconomic Systems

This section is based on data from a survey conducted by the Istituto Nazionale di Economia Agraria (INEA) in 1991 as part of the European research program Rural Change in Europe: Farm Structures and Pluriactivity, which was financed by the European Community and the Italian Ministry of Agriculture. Data refer to a sample of 900 farm households. Here the education of those belonging to the farm household is considered, in addition to that of the farmer, to provide a more accurate measure of the education level. Three local socioeconomic contexts were considered. The first concerned a developed industrial area in northern Italy (Friuli region) where there is a considerable presence of part-time farmers, a high percentage of residential farms, and diffuse service networks for farming activities. The second area, in central Italy (Lazio region), provides a combination of almost ideal industrial development and viable agriculture, both of which are enhanced by the location (plain), the fertility of the soils, the service network, and general entrepreneurial ability. Finally, the third area, in the Calabria region, provides a good example of low industrial development combined with a relatively marginal agriculture, the result of an unfavorable location (hill and mountain areas prevail), low soil fertility, scarcity of services, and low entrepreneurial resources. We will show that interaction exists between education and information at the farm household level, and that each of these factors interacts with extension services (ES). The way in which they interact is strongly influenced by the reference context, represented by the particular socioeconomic system.

First, we shall consider the relationship between education and information. Three classes describe the extent of information: (a) no information, (b) self information (reading

Table 2. Economic indicators[a] by area type, according to levels of human capital resources.

	Very low	Low	Medium	High	Very high	Total
Developed area						
UAA (ha)	1.8	4.3	10.3	13.8	30.1	5.1
NFI ($)	1 551	4 088	11 323	17.013	35 900	5 339
NFI/working days ($)	11	17	25	31	36	20
NFI/UAA ($/ha)	844	954	1 100	1 236	1 192	1 048
Viable agricultural area						
UAA (ha)	1.9	2.3	3.7	5.7	18.5	3.1
NFI ($)	3 013	3 920	6 047	11 332	38 152	5 493
NFI/working days ($)	11	11	14	19	42	14
NFI/UAA ($/ha)	1 583	1 685	1 613	2 003	2 063	1.762
Marginal area						
UAA (ha)	2.4	4.1	10.0	19.5	24.4	8.1
NFI ($)	2 897	5 326	10 115	14 846	43 483	8 518
NFI/working days ($)	19	24	52	58	118	42
NFI/UAA ($/ha)	1 228	1 309	1 013	760	1 782	1 057

Source: *INEA survey 1991.*

of newspapers and/or participation in agricultural shows, eg, a cattle show), and (c), information gathered from ES (technicians, training courses). Self-information implies that the household takes an active role in gathering information, although the level of information is lower than that provided by ES.

Education and information are positively and significantly correlated: for each class, the correlation coefficient was significant at the 1% probability level. In other words, most of the poorly educated farm households make no use of information, whereas better educated households very often gather information from ES. This does not necessarily mean that the poorly educated households are also excluded from more informal information channels, such as those provided by other farmers or kinship relations. This correlation implies that increasing levels of education correspond to increasing abilities to establish contacts with institutions (private or public) able to provide information and expertise to farmers. If good education enhances the farmer's ability to make use of ES, then these institutions are reinforcing the disparities that exist in the information market. This is because education and information are positively correlated with farm structure and productivity. Hence medium and large farms are not only more able to establish contact with ES, but are often also privileged potential users in extension programs.

Table 2 shows that both farm size and average net farm income per farm increase as human capital resources increase in each of the representative socioeconomic areas. Here, human capital resources are a combination of education and information level: the highest level of human capital corresponds to the maximum level of education and information, and vice versa. These findings also confirm what emerged from the previous section, namely, that farm structures and average income are strongly and positively correlated with human capital resources.

As Weisbrod (1966) pointed out, human capital improvements can be characterized as "a) anything which increases production possibilities, such as increased labor productivity; b) anything which reduces costs and thereby makes resources available for more productive uses, such as increased employment opportunities." But do human capital resources influence the economic performance of a farm and, if so, how?

Table 2 shows that net farm income per unit of labor (used here as another indicator of economic efficiency) increases as human capital increases in each of the three areas. Higher human capital resources signify better entrepreneurial ability in input use, choice of technical practices, choice of products and markets, etc. In turn, these choices have an impact on the economic efficiency of the farm. The relationship between human capital resources and income per hectare (of used land) is less linear. In fact, as we move towards the highest level of human capital resources we do not necessarily find the highest incomes per hectare. This confirms that highly educated farm households use their qualifications in off-farm occupations, as we observed at national level. This strategy results in extensive cropping patterns and, consequently, lower land productivity. It should be noted that the increase in land productivity is more irregular in the marginal area. In fact, here, households with low levels of human capital adopt more intensive cropping patterns in order to counterbalance their low levels of total income. Conversely, households with medium to high levels of human capital, and, in all likelihood, with no agricultural qualifications, tend to focus their activities mainly on high-income off-farm alternatives, and use land at less than its productive potential.

Finally, we attempted to estimate the specific contribution of ES to the improvement of the economic performance of farms. Figure 3 compares, for each study area and education

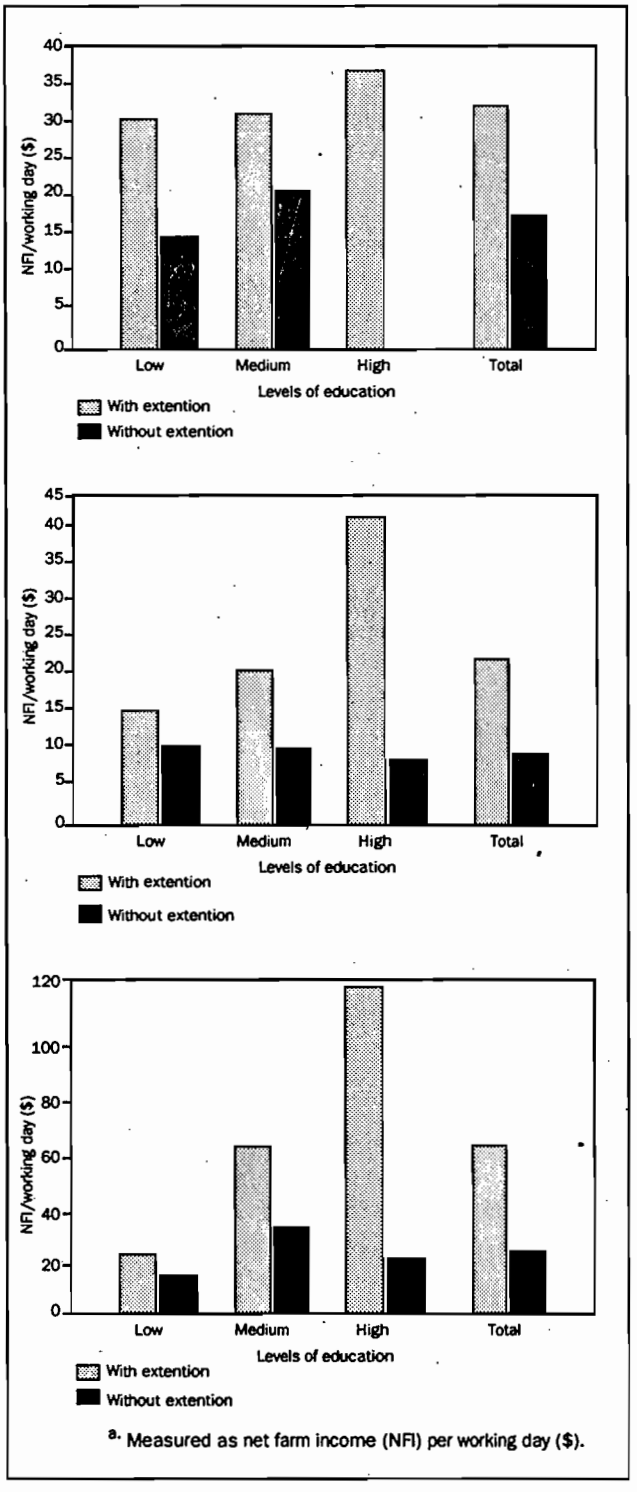


Figure 3. Economic performance[a] of farm households with or without extension.

level, labor productivity in groups of farm households with and without contacts in ES. In this comparison two very important variables can be controlled: the level of education and the socioeconomic context. Figure 3 shows very clearly that ES contribute considerably to the improvement of the economic efficiency of farm holdings at each level of education and in each context. The rate of improvement depends on education and context. Labor productivity doubles both in the developed and in the viable agricultural areas, and increases by as much as 250% in the marginal area. This is because this area offers the widest margins for improvement in economic efficiency, the average levels of income and the distribution of ES being lower than in the other two areas studied. This is a convincing argument in favor of public intervention in ES to balance out regional disparities.

As we have shown, income disparities also depend on education level. The combination of extension services and education helps enlarge the disparities. For example, Figure 3 shows that the greatest differences between extension and nonextension groups occur at the highest level of education. In all three areas, the highest labor productivity is achieved by the highly educated farm households with contacts in ES. The reasons for this appear to be the following: (a) the better educated farm households are those that most frequently use the information delivered by the ES; and (b) the same households also make the most efficient use of information, because they operate under more favorable structural conditions. Once more, the best improvement in labor productivity is achieved within the highly educated group belonging to the marginal area.

All these observations suggest that there is a need for public intervention in ES, in particular, for those households with lower education, otherwise new and greater disparities could be generated.

Conclusions

Great disparities exist in human capital resources in Italian agriculture. These disparities are strongly linked to farm structures, levels of farm income, and socioeconomic contexts. They also affect considerably the economic performances of farm holdings. If disparities in human capital persist, they will help consolidate and will aggravate the socioeconomic disparities that exist between developed and marginal areas. The solution rests with specific public interventions in extension services and professional training. We have seen that the margins for improvement in the economic efficiency of farm holdings are still very wide, particularly in the most marginal areas, which, typically, show the lowest distribution of services. Moreover, these margins appear to be sufficiently important to justify public investment in extension and training. However, public intervention in these fields must be programmed carefully to give priority to those farm households with the lowest education and information levels. In fact, if left to market forces, information tends to be captured mainly by highly educated households with good farm structures. This creates increasing disparities in human capital resources. These findings also suggest that public programs ought to be differentiated according to area and, within each homogeneous area, to the type of farm household, level of education, professional qualifications, and size of the farm. In fact, as we saw in the first section, all these cultural and structural conditions interact to generate different farm strategies. Different contexts and heterogeneous household conditions require not only differentiated programs, but also more complex professional profiles of extensionists. The contribution of the extensionist to the economic difficulties of the farm household should be directed not only toward the technical aspects of farming, but also towards the social and cultural factors influencing the farming system.

References

Becker GS. 1966. Investment in human capital: a theoretical analysis. Journal of Political Economy 70(5):9—49.

Benvenuti B. 1983. Indicazioni teoriche per lo sviluppo dei programmi di assistenza tecnica agricola. Bologna, Italy: AIPA. 165 p.

Benvenuti B, Antonello S, de Roest C, Sauda E, van der Ploeg J.D. 1992. Produttore agricolo e potere. Rome, Italy: CNR/IPRA. 245 p.

Commission of the European Communities (CEC). 1988. The future of the rural world. Bulletin of the European Communities, Supplement 4/88. Brussels, Belgium: CEC. 70 p.

Commission of the European Communities (CEC).1993. Growth, competitiveness, employment. The challenges and ways forward into the 21st century. White Paper, Brussels, Belgium; Luxemburg: CECA, CEE, CEEA. 162 p.

Schultz TW. 1966. Reflections on investment in man. Journal of Political Economy 70(5):1—8.

Weisbrod BA. 1966. Education and investment in human capital. Journal of Political Economy 70(5):106—123.

Decision-Oriented Approaches in the Training of Multidisciplinary Teams

Klaver Wijnand
International Agricultural Centre, PO Box 88, 6700 AB Wageningen, The Netherlands

Abstract

As rural development problems are complex, solutions require that the planning of projects and activities is based on (a) multidisciplinary analysis of the problems that hamper sustainable rural development, (b) qualitative, rather than quantitative, insight into these problems and their interrelationships, and (c) the inclusion of the different perceptions and interests of the parties involved in the planning and development process. One measure for achieving higher involvement of parties at local level is to train the decisionmakers and managers of multidisciplinary teams in participatory analysis and planning methods. Training programs at the International Agricultural Centre, Wageningen, The Netherlands are therefore based on objectives-oriented program planning and a planning method pioneered by Dr Ivan Beghin, Antwerp. This paper develops the concept that qualitative decision procedures are a necessary complement to quantitative modeling, not only in training situations, but also in general decision making. The main steps of each method are described briefly, and their strengths and weaknesses, based on our experience, are discussed.

Résumé

Approches de la formation d'équipes pluridisciplinaires axées sur la prise de décision

Pour contribuer à la résolution des problèmes complexes du développement rural, la planification des projets et des activités doit reposer sur : (a) une analyse pluridisciplinaire des problèmes qui freinent un processus de développement agricole viable et durable ; (b) une étude qualitative, plutôt que quantitative, de ces problèmes et de leurs interactions ; (c) une évaluation des intérêts et du mode de perception des différents acteurs impliqués dans le processus de planification et de développement. Pour obtenir une plus grande participation des partenaires locaux à ces processus, il est essentiel de former les décideurs et les acteurs du développement aux analyses de groupe et aux méthodes de planification dans le cadre d'équipes pluridisciplinaires. C'est dans cette optique que la planification de programmes axés sur les objectifs (Objectives-Oriented Programme Planning) *et qu'une méthode de planification novatrice élaborée par Ivan Beghin, d'Anvers, ont été intégrées dans les programmes de formation de l'IAC (*International Agricultural Center, *Wageningen, Pays-Bas). Ce document se fonde sur le principe que les prises de décision qualitatives sont un complément nécessaire à une modélisation quantitative, non seulement dans le contexte de la formation, mais dans la prise de décision en général. Les principales étapes de ces méthodes sont rapidement illustrées, tandis que leurs points forts et leurs points faibles sont discutés sur la base de notre expérience sur ces méthodes.*

Introduction

The International Agricultural Centre (IAC), Wageningen, The Netherlands, was founded in 1951. It offers a range of problem- and solution-oriented courses in the field of agriculture and rural development for mid-career professionals from the developing world. Course topics range from those of a technical/socioeconomic mix (in the areas of agronomy, fisheries, dairy development, food technology and nutrition), through those more oriented to service organization (rural extension), to those directed at planning and policies (community forestry, environmental issues, food and nutrition program management, extension policies). Courses are also given abroad, in cooperation with regional training institutions. As the courses are geared towards the application of technical measures in the participants' work environment, there is due attention to the socioeconomic and organizational contexts of their 'praxis'. In many cases, this requires at least a multisectoral approach to the analysis and an interdisciplinary planning approach, achieved by working in teams to find a solution. In addition, there is a strong need to involve the target group and the local administrative structures in the planning endeavor from the outset, ie, for a participatory approach.

The Link between Qualitative and Quantitative Aspects in Planning

For a project to succeed, it is essential that all those involved accept the plan and are committed to (and capable of) implementing it. Problems and possible solutions have to be discussed by the different parties involved, to arrive at a mutual understanding of each other's viewpoints.Several criteria, also formulated by the participants during the planning process, are selected to focus the project. These are all qualitative aspects. However, information about particular problems can be collected from surveys, statistical data, etc. This is where quantitative methods are required. This paper focuses on the qualitative aspects of planning methods.

Decision-Oriented Approaches in Training Programs at the IAC

In the context of problem- and solution-oriented training for professionals, some form of problem analysis, identification/selection of interventions, and objective-oriented program planning (OOPP) is an essential element of the curricula. In the course work organized by the IAC, both in Wageningen and abroad, the forms that these methods have taken in each particular course have evolved over the years. Two (converging) 'streams' of methods can be discerned: (a) OOPP, and (b) a planning method pioneered by Dr Ivan Beghin, Antwerp, Belgium [here referred to as the 'Beghin method' (BM)].

Objectives-oriented program planning is the backbone and red line of the curriculum, particularly in the international course on the design of community forestry programs (ICDCF). Information on technical/ecological issues, on socioeconomic aspects, and on organizational/institutional matters are translated into a concrete community forestry program using the OOPP methodology.

The second planning method (BM) is used in courses on food science and nutrition (maternal and child nutrition) and on food and nutrition program management.

Step-Wise Program Planning

While the OOPP method is widely known in the development field, the BM has up till now been used mainly in the field of health and nutrition (Beghin et al 1988; Lefèvre, Beghin 1991). Below, the steps involved in the BM as it is applied to the nutrition courses in Wageningen are described briefly, both in terms of their typographical 'format' and in comparison with the OOPP.

Step 1. A setting is indicated (a narrative description of a village is provided, or participants are invited to take their own work environment as a point of departure). This step has a free format. The OOPP begins its first phase (analysis phase) with an explicit definition and check of what is referred to as the 'entity'.

Step 2. Comprehensive listing of problems as perceived by the participants. The format is a text column. At this stage, the OOPP introduces the analysis of the parties involved.

Step 3. Selection of one priority problem from the list. As with the BM, the 'level' of the problem is specified (eg, a problem in terms of nutritional status of a selected target group). The format is one text box. The OOPP allows more freedom by requiring only that the tentative 'starter problem' has some causes and some effects.

Step 4. Justification for the previous selection is sought in indirect evidence, ie, information about its effects (eg, on the fulfillment of basic needs or on economic development). The format is a list. The OOPP would include these effects, in as far as they belong to the 'entity', in the 'problem tree' (see step 5).

Step 5. A 'hypothetical causal model' is constructed by working downwards from the priority problem to its different levels of causes, while looking for as yet undiscovered, alternative explanations, and checking means–end relationships (Beghin 1988). The format is a pyramid of boxes linked together as a reversed tree structure (branching out downwards; 'branching in' is avoided as much as possible, but when it comes to the more basic causes, this is difficult to avoid). The OOPP works systematically through the list of problems (step 2) in constructing its 'problem tree'.

Step 6. Definition of the outcome objective, corresponding to the main nutritional problem selected (step 3). The problem definition should be specific, measurable, attainable, realistic, and time-based (SMART). It should also specify the population group affected by the problem and the other actors concerned by the problem or its consequences (participation analysis). The OOPP features participation analysis at the beginning of problem analysis (see step 2).

Step 7. The causal model is restated as a model of positive, attainable conditions. The format is a pyramid of boxes, similar to that of the causal model (step 5). This step—building the 'objectives tree'—was 'borrowed' from the OOPP.

Step 8. Identification of alternative potential solutions, by indicating related means–end ladders in the model. The format consists of closed shapes (eg, circles) drawn within the objectives tree. Following this step, which the OOPP refers to as 'clustering', the OOPP enters its second phase (planning phase).

Step 9. Selection of an intervention on the basis of a selection matrix consisting of (a) selection criteria, and (b) the alternative actions to be compared (from step 8). For each criterion, the alternatives are given differential scores (Food and Agriculture Organization 1983). The format of the matrix is a rectangular table. The OOPP identifies explicitly those clusters outside the scope of project responsibility/resources ('scoping'), before commencing to build its 'priority matrix'.

Step 10. A project planning matrix including descriptions of inputs (IP), process (P), outputs (OP), and outcomes (OC) is constructed. The BM refers to this as the (H)IPPOPOC table. The format is rectangular (matrix). The OOPP in its project planning matrix (PPM) similarly maps out inputs, activities, outputs/results, and outcomes. The latter are explicitly defined at two levels: one immediate objective ['project purpose' (PP)], and one or more higher-

level development objectives ['overall objectives' (OO)] that are related to the project's justification (see step 4). At each level below the OO, the OOPP explicitly distinguishes between project activities/results/purpose and external, essential conditions. The latter are in the form of 'assumptions' or 'preconditions': they refer to (external) factors beyond the control of the project. If a condition is not likely to pertain and cannot be incorporated or influenced by the project, then it becomes a 'killer assumption' and the planning process is aborted.

Step 11. As a side-step during the building of the (H)IPPOPOC table, the boundaries of the rectangular format are temporarily removed by representing the project logic in a so-called 'dynamic' model (Lefèvre, Beghin 1991). The dynamic model is used to identify process and outcome indicators. It combines the pyramid of the causal/objectives model with the inputs, conditions, and processes of the planned intervention. The format is (extended) pyramidal. The OOPP does the corresponding identification of 'objectively identifiable indicators' (OVI) and 'sources of verification' (SoV) directly in an extra column of the PPM.

Step 12. In the final phase, the detailed work plan is developed, incorporating systems for information management, monitoring and evaluation, and project support communication, as well as the budget and time schedule. For time scheduling, a PERT model can be used as an alternative to the Gantt chart: the Gantt chart (format, rectangular table) does not indicate explicitly the logical and critical relationships between activities, whereas the PERT model does (format, resembles the dynamic model).

Rationale and Function

The rationale of the step-wise approach to planning, is to avoid 'rushing into a solution'. Two broad movements can be distinguished in this planning approach: trying to be (a) as comprehensive as possible in terms of analysis (steps 2, 4, 5/7, 8, and 11), and (b) selective in choice and development of the problem to be addressed and the intervention (steps 3, 6, 9, 10, and 12). In the training context, these methods serve a dual purpose: (a) they provide a framework for common reflection on the interrelationships of the technical disciplines concerned and the wider socioeconomic, cultural, and political environments, and (b) they act as a condensation point for teamwork and multidisciplinary exchange among course participants. These functions are greatly facilitated by appropriate forms of visualization (colored cards, and large models).

Domains of Application

In a first instance, the problem solving exercise is directed at problems (in the technical sphere of the particular course) that exist among a target group in a developing country setting. An example could be low dairy production among small-scale farmers in a well-defined geographical area. Here the participants take the vantage point of outsiders (professional observers).

In a second instance, a similar problem solving exercise can be carried out for a problem from the professional domain, in which the participants are involved themselves (as partners). A classical example is the low impact of nonformal education; the interest of such a problem is that participants discover that it is not only the clients who must be blamed (eg, for being 'ignorant'), but also the educators (eg, for not being 'relevant').

Importance of the Curriculum

The importance given to such approaches of systematic problem solving differs among the different IAC courses and also changes with time. Overall, the more the course is oriented towards analyzing the practical problems within its technical (often biophysical) domain in the socioeconomic, cultural, political, and even professional/managerial environments, the more importance it tends to give to systematic problem-solving techniques in its curriculum. Hence, the importance may vary from a one-day exercise in causal thinking about a complex issue, to an exercise comprising a sizeable part of the curriculum, not only time-wise (roughly up to 50% of course duration), but also in terms of an organizational framework ('red thread' throughout the course).

Timing in the Curriculum

The exact timing of such an exercise in the curriculum is broadly influenced by two counteractive considerations: (a) the need for refreshing or updating technical knowledge, which can be argued to be required for the causal analysis; and (ii) the fact that the IAC courses cater for mid-career professionals who have at least several years of professional experience in their respective fields. In the ICDCF, the OOPP is integrated in the curriculum as a continuous process. In the three-month nutrition course (ICFSN), one day in the first introductory week of the course is devoted to a 'task field analysis' by groups of five participants from a similar professional background. In the following three weeks, a problem solving exercise from the professional/managerial field is grafted onto the analysis. From the sixth to the twelfth week, a community food and nutrition problem is tackled by reorganized, professionally heterogeneous groups of five participants.

Training Method or Training Objective

What once started as a new training method, tended to evolve over time into a training objective: participants should not only acquire understanding of the technical and societal interrelationships within their problem fields, but also skills—achieved in performing the systematical analysis or planning approach in a step-wise way—that can be applied to their work back home. The skills are two-fold: (a) understanding and mastery of the steps of the methodology, and (b) ability to communicate and cooperate

efficiently and effectively in teamwork. In some of the IAC courses, special workshops are held at the beginning of the course to enhance communication skills of the participants.

It is realized, however, that in going through such an exercise as a student/participant does not necessarily qualify a person to be a moderator/facilitator of such work. To reach that stage, 'training of trainers' (TOT) in moderating such work would be required; up till now, this component has rarely been included in IAC courses.

Some Limitations

Although there are many positive aspects to using these systematic problem solving methods, some areas of relative weakness have been encountered. In causal model building, a problem should not be described as the absence of a solution (that would be tantamount to rushing some steps); in practice it is not always easy to follow this rule.

In real life, it is tempting to address several problems at the same time. The BM and OOPP must focus on only one specific objective/purpose, which, at times, may seem rather contrived. The rule that the causal model should only be developed downwards (all arrows indicating causal relationships pointing upwards) is typical for a decision-oriented model, where one does not want to enter into the intricacies of feedback loops and interrelationships. This is a simplification of reality, and a difference compared with the usual systems analysis models. In a sense, the circular nature of systems analysis models is 'flattened' into a linear dimension; vicious circles are 'broken' (on paper, that is). This limitation must be overcome when problems are repeated on different cards, to be placed several times as causes for different problems.

The downward decomposition of an effect into several underlying problems does not always represent a cause–effect relationship; it may also be a decomposition into the elements of a whole (logical sum or logical product) (Lefèvre, Beghin 1991).

The rule that the causal model should 'branch out' downwards (BM) can be followed to a large extent, but becomes awkward at the bottom of the model. At the higher level, the rule of branching out leads to more specific (and hence nonoverlapping) causes for different effects.

In view of the multisectoral nature of many of the problems addressed, an intersectoral mix of project elements is often preferred. The decision matrix requires, however, that well-defined alternative interventions are compared. In theory, one might consider different proportional mixes of several components as the different alternatives. In practice at the IAC, such rigor is rarely applied. The method as used in IAC courses is largely qualitative in nature: even if quantitative information may exist on the exact magnitude of the problems (causes), quantitative information on the strengths of the causal linkages is rarely readily available. Similarly, there is a problem with the 'replicability' of the contents of the decision matrix: quantitative information for judging the cost efficiency, cost effectiveness, and cost benefit of alternative interventions is rarely readily available.

Another point of uneasiness lies in the low replicability of the conclusion of the decision matrix. Applying differing weights to different criteria is better than not weighing; yet, working with quantified scores (eg, Backett et al 1984) easily becomes too mechanical, while intelligent consideration of the matrix (Food and Agriculture Organization 1983) is less reproducible.

A lack of good information on cost effectiveness, also makes the necessary setting of quantitative targets for the specific (SMART) objectives rather arbitrary. Hence it is likely that a central management problem will be encountered (ie, that the project objectives will not balance with the available resources). The only advice we can give our clientele under these conditions is to 'learn from doing'—not a particularly satisfactory answer to the problem.

Actors

A common realization has emerged from IAC's experience in applying such methods to adult education, namely, that it is not only the product (the consensus, the model, the plan) that is of interest, but also the process of applying these planning and decision making methods in a group of professionals. The methods serve an important communication purpose by visualizing and making explicit the ideas held within a group. Besides communication with others, they enhance 'communication' with one's self (reflection).

In a way, this experience concurs with another general tendency in course development, ie, a move away from the purely technical approach of the past, towards an approach in which technical aspects are embedded in a wider context. This development, while challenging, also means, in our experience, that 'control' over participants' learning processes becomes more complex and difficult, and hence the risk of not exactly reaching the stated course objectives increases.

One of our answers to this problem is to make the training more active (participants relying more on their own experiences and exploratory capacity) and interactive (participants sharing their problems/expertise). In this respect, the application, as described above, of the systematic planning and decision making approaches as communication tools has been found very useful. We would even contend that this application is useful wherever teams or groups of actors set out to participate in a joint planning process, ie, even outside the formal training context.

References

Food and Agriculture Organization (FAO). 1983. Selecting interventions for nutritional improvement: a manual. Nutrition in agriculture. No. 3. Rome, Italy: FAO. 79 pp.

Backett EM, Davies AM, Petros-Barvazian A. 1984. The risk approach in health care—with special reference to maternal and child health, including family planning. Geneva, Switzerland, World Health Organization. 113 pp.

Beghin I, Cap M, Dujardin B. 1988. A guide to nutritional assessment. Geneva, Switzerland. 80 pp.

Lefèvre P, Beghin I. 1991. Guide to comprehensive evaluation of the nutritional aspects of projects and programmes. Health and community. Working Paper No. 27. Antwerp, Belgium: Nutrition Unit, Prince Leopold Institute of Tropical Medicine. 107 pp.

Pour une approche systémique de l'ingénierie de formation

Bordage Bruno
ORSTOM, service des ressources humaines, 213, rue La Fayette, 75480 Paris cedex 10, France

Résumé
L'approche systémique offre des clefs pour appréhender l'organisation de la formation permanente des chercheurs, ingénieurs et techniciens d'un organisme de recherche pour le développement en coopération. Développement et coopération : deux orientations qui supposent d'analyser la formation tout particulièrement en termes de complexité et d'ouverture. La formation permanente est un système complexe. Complexe car c'est un lieu d'interactions non linéaires. Non linéaires pour deux raisons essentielles : d'une part la formation émane de sources multiples, d'autre part elle induit des effets aléatoires. La formation permanente est un système ouvert. Ouvert à la fois sur son environnement interne (l'organisme de recherche) et sur son environnement externe (les milieux ruraux des pays du Sud en développement). Les flux d'échanges avec l'environnement déterminent l'ensemble des transformations du système de formation permanente. Pour inclure une démarche systémique dans la formation, il ne suffit pas de construire des actions de formation à la recherche-système, il est nécessaire d'élaborer un dispositif d'ingénierie de formation tout entier conçu dans une approche-système. La formation au système ne peut se penser que dans un système de formation.

Mots clés
Formation permanente, complexité, interactivité, non-linéarité, ouverture.

Abstract
Systems Approach to Training
Organization of in-service training of scientists and researchers working in a research organization for cooperative development is best conceived through a systems approach. The objectives of development and cooperation are characterized by complexity and openness, which should be reflected in training. Continuing training is a complex system of nonlinear interactions linked to multiple sources and random effects. It is also an open system that is linked to its internal (research organization) and external (rural areas in southern countries) environments. Interactions with these environments influence changes in the training system. A systems approach signifies not only training in research systems, but also the design of a training system based on a systems approach. Training in systems is inconceivable without a training system.

Introduction

Cette communication voudrait s'inscrire en faux contre le simplisme de quelques idées communément admises qui relèvent du management moderne : l'homme serait un capital et la formation un investissement. Cette approche aujourd'hui habituelle de la formation en termes de capital humain, d'investissement, de productivité est réductrice d'une réalité éminemment plus riche.

Appliquer la démarche systémique au domaine de la formation convient particulièrement. Car s'il est un domaine de l'activité humaine où un raisonnement de type déterministe est peu probant, c'est bien celui de la formation. L'idée selon laquelle on connaît à l'avance les effets attendus d'une formation ferme bien des possibilités d'évolution. Plutôt que de centrer l'analyse de la formation sur le concept de productivité, c'est le concept d'interactivité qu'il faut mettre en avant.

Les quelques idées présentées dans cette communication s'appliquent peut-être à tout système de formation permanente. En tout cas, elles concernent directement la formation permanente des chercheurs, ingénieurs et techniciens d'un organisme de recherche pour le développement en coopération. Développement et coopération : deux orientations qui supposent d'analyser la formation tout particulièrement en termes de complexité et d'ouverture.

La formation permanente des chercheurs, ingénieurs et techniciens : un système complexe

Si l'on définit la notion de complexité comme un ensemble d'éléments liés par des relations multiples (Morin, 1977), il faut d'abord cerner les éléments en jeu afin de pouvoir ensuite caractériser le jeu entre les éléments, c'est-à-dire la multiplicité des relations.

Les éléments en jeu

Distinguons d'abord les éléments qui définissent un système de formation permanente : les objectifs, les intrants, les résultats, les rouages.

Les objectifs de formation constituent la raison d'exister du système. S'ils ne sont pas clairement précisés, il est difficile de construire une action de formation pertinente. Les objectifs finaux sont-ils d'améliorer l'efficacité de la recherche, de favoriser les transferts en termes de développement ou d'épanouir les individus ? En d'autres termes, faut-il former avec des visées essentiellement productivistes ou faut-il chercher à éduquer l'homme dans toutes ses dimensions ?

Les intrants sont les éléments comptabilisables qui nourrissent le système. Leur particularité, par opposition aux objectifs, est d'être évaluables par un coût. Les intrants sont des facteurs de formation : facteur capital (budgets, locaux, équipements pédagogiques), facteur travail (moyens en personnel) et facteur temps (temps de celui qui se forme, dont le coût se comptabilise par le manque à gagner du fait de l'absence au travail durant la formation). Le temps est un facteur essentiel de formation : il n'y a pas de formation sans la participation active de celui qui se forme ; il faut considérer l'individu, non pas comme un consommateur de formation, mais comme un producteur de sa propre formation.

Les résultats de la formation s'évaluent à l'aune des objectifs. Quelles sont les compétences acquises, en termes de connaissances apprises, de savoir-faire nouveaux, de développement culturel ?

Les rouages du procès éducatif expriment la technologie de transformation des intrants en résultats. Leur assemblage relève de l'ingénierie de formation.

La prise en compte de l'ensemble de ces éléments se fait souvent dans une approche productiviste. Les facteurs de formation sont alors considérés comme des facteurs de production ; de l'investissement-formation, on attend un retour sur investissement ; les résultats sont fonction des intrants, selon une fonction de production simple, sur le modèle bien connu des économistes néo-classiques.

Une telle optique, causale et mécaniste, ne rend pas compte de la complexité ni de la rétroactivité inhérentes au jeu entre les éléments.

Le jeu entre les éléments

Une ingénierie de formation cohérente suppose de prendre en compte l'ensemble des éléments qui composent le système dans la richesse de leurs interrelations, depuis les sources des besoins de formation jusqu'à l'évaluation des résultats de la formation.

Prendre en compte la complexité d'une démarche de formation, c'est intégrer à la fois les aspects qualitatifs des objectifs, leurs modes divers de traitement à travers les rouages du procès éducatif et la multiplicité de leurs effets. Par exemple, une pédagogie multimédia, au-delà des connaissances techniques acquises, favorisera l'autonomie de l'apprenant.

Prendre en compte la rétroactivité, c'est analyser les boucles de rétroaction des résultats sur les objectifs, les intrants et les rouages. Par exemple, un individu consacrera plus de temps à se former s'il estime que la formation aura des effets positifs sur sa carrière.

La formation permanente est un lieu d'interactions non linéaires par excellence (Prigogine et Stengers, 1979). Non linéaires pour deux raisons essentielles : d'une part elle émane de sources multiples, d'autre part elle induit des effets aléatoires.

Les sources d'un besoin de formation dans un établissement de recherche sont aussi hétérogènes que les références culturelles et scientifiques de l'ensemble des chercheurs, ingénieurs et techniciens membres de l'établissement.

Elaborer une démarche d'ingénierie de formation d'une équipe de recherche ou de développement consiste d'abord à prendre en compte les orientations de recherche et/ou de développement retenues. Pour cela, il faut construire des réponses-formation, non pas dans une logique de contenu ou de discipline, mais dans une logique de problème à traiter. Or un problème de terrain à résoudre fait toujours référence à plusieurs approches disciplinaires qu'il faut croiser. L'articulation entre projet à réaliser et plan de formation induit est non linéaire.

Outre les orientations de recherche ou de développement de l'équipe de terrain, ce sont bien d'autres éléments qu'il faut prendre en compte pour analyser les fondements du plan de formation. Il faut intégrer les stratégies de développement institutionnel, les évolutions imposées par l'environnement scientifique, les dysfonctionnements de l'équipe, la culture d'établissement, la culture d'équipe de terrain, les projets de carrière individuels, la nécessité de publier, et, en interaction avec tout ce qui précède, l'équation personnelle de chacun. On voit que la définition d'objectifs est éminemment complexe.

Derrière des projets institutionnels affichés, peuvent se cacher des stratégies individuelles. A travers un objectif proclamé d'efficacité, peut se révéler un changement culturel : efficacité et culture, antinomiques pour l'un, seront complémentaires pour l'autre.

Les effets d'une formation sont aléatoires. L'idée d'investissement-formation tend à imposer une obligation de résultat en termes d'acquisition de compétences. Cela suppose que tout ce qui sera acquis est déjà connu de l'organisateur de la formation. Or tout apprentissage est nécessairement une aventure vers l'inconnu. Former des adultes ne devrait pas signifier "inculquer des connaissances", mais "orienter le désir d'apprendre".

Les évaluations qualitatives approfondies d'actions de formation réussies montrent que la richesse de la formation déborde le rapport linéaire à un objectif fixé. On peut avoir différents points de vue complémentaires sur les effets d'une action de formation. Tout dépend de l'éclairage choisi. Par exemple, une formation technique pourra chez certains avoir des effets seconds (voire premiers) en termes d'iden-

tité professionnelle, de modification du rapport à la hiérarchie, d'épanouissement personnel, de développement de la démocratie... Une même formation ne peut pas se réduire à une description unique de ses effets.

L'analyse des modes d'évolution particuliers des différents individus ayant participé à une même action de formation renvoie aux concepts de bifurcation et de chaos. Pourquoi une formation de biochimie moléculaire conduira un premier participant à acquérir des outils qui le feront progresser du point de vue technique, et par contre suscitera chez son collègue des questions d'ordre éthique qu'il n'imaginait pas avant la formation ? Pourquoi une formation sur la modélisation des ressources en eau conduira un premier participant à améliorer sa connaissance des techniques culturales et un deuxième à se forger une analyse politique nouvelle des rapports sociaux ? C'est que dans les deux cas l'histoire personnelle du deuxième participant est telle que la formation l'a conduit au point critique, au point d'instabilité, qui l'a fait bifurquer dans un état nouveau. La formation peut ainsi faire place à un chaos créateur, menant de manière irréversible à une configuration nouvelle. C'est l'oubli des conditions initiales, l'oubli des objectifs fixés, qui provoque l'évolution non linéaire vers un fécond désordre.

La formation permanente des chercheurs, ingénieurs et techniciens : un système ouvert

Le scientifique se situe "dans" le monde qu'il décrit, et non pas "en dehors". L'agent de développement fait partie du milieu "dans" lequel il agit et non pas "sur" lequel il agit. Si l'on accepte ce postulat d'ouverture du monde, alors la formation permanente de ceux qui vivent dans ce monde ouvert ne peut être conçue que comme un système ouvert, comme un système capable, en interaction avec son environnement, de répondre, d'évoluer, d'apprendre, de s'autoorganiser. L'environnement de la formation permanente des chercheurs, ingénieurs et techniciens est double : un environnement interne (l'organisme de recherche) et un environnement externe (les milieux ruraux). Les échanges entre le système de formation permanente et son double environnement sont multiples et interactifs. Non seulement la formation produit des effets sur l'environnement (interne et externe), mais les flux d'entropie fonctionnent aussi dans l'autre sens : les flux d'échanges avec l'environnement déterminent l'ensemble des transformations du système de formation permanente. Ce sont surtout ces flux, moins évidents à priori, que nous allons mettre en relief.

Les interactions avec l'environnement interne

Le système de formation doit être intégré au système de management, il doit être en phase avec les choix politiques opérés par la direction (politique scientifique, politique d'investissement, politique de gestion des ressources humaines...).

L'ouverture interne du système de formation permanente doit être explicite. Il faut penser la formation en termes de culture d'établissement. Chercheurs et techniciens n'agissent pas comme les isolats. Leurs pratiques de travail, qu'ils en soient conscients ou non, sont des pratiques culturelles, c'est-à-dire des pratiques façonnées par une culture d'établissement. Il n'y a pas de science objective, hors du temps et de l'espace. Il n'y a de science que vue de là où elle est produite. Un système de formation continue des scientifiques ne peut pas ne pas prendre en compte cette insertion culturelle de la science au sein de son environnement institutionnel.

Prenons l'exemple de la politique de gestion des ressources humaines. Nul ne reste insensible à des perspectives de carrière. La définition de critères d'évaluation des chercheurs oriente le type de recherches produites, et en conséquence suscite des besoins de formation spécifiques.

Autre exemple d'ouverture du système de formation vers l'environnement interne : la recherche est de plus en plus le fruit d'un travail d'équipe associant chercheurs, ingénieurs, techniciens et administratifs, si bien que la formation doit être conçue dans une logique d'équipe. La qualification d'une équipe de recherche ne relève pas de la simple addition de qualifications individuelles mais de leur interactivité. L'informaticien, par exemple, ne sera réellement efficace que si une coopération étroite et une communication véritable s'opèrent avec le concepteur du projet. Cela suppose la mise en œuvre de formations communes et décloisonnées, dans une optique "projet" et non pas dans une optique "discipline". D'ailleurs il n'y a pas d'équipe de recherche sans un minimum de polyvalence des compétences. La polyvalence nécessite un changement qualitatif qui ne se limite pas à une simple addition de connaissances nouvelles, mais conduit à un véritable enrichissement individuel et collectif. La formation doit en tenir compte.

Les interactions avec l'environnement externe

Pour appréhender les flux d'échanges entre le système de formation permanente et son environnement externe, précisons quelles sont les principales caractéristiques de l'environnement, c'est-à-dire des milieux agricoles et ruraux pour lesquels travaillent les scientifiques.

Les milieux ruraux sont à traiter dans leur globalité, à partir du Sud, dans une optique de prise de décisions pour le développement.

Un milieu rural est toujours de nature complexe et multiple. Les problèmes des ressources en eau et de la qualité de l'eau, par exemple, proviennent des nombreuses pressions exercées par l'agriculture, l'industrie, le tourisme, le développement urbain et toutes les autres activités humaines. Ces pressions doivent être étudiées comme un tout plutôt que chacune de manière isolée. Chaque élément de l'environnement ne peut pas être traité comme une entité autonome, et en particulier ne peut pas être dissocié de ses aspects socio-économiques et culturels. La dynamique des ressources en eau et de la qualité de l'eau d'un bassin versant est déterminée par des facteurs biologiques, chimiques, économiques et sociaux étroitement reliés. Seule la prise en compte des rapports des sociétés avec leur environnement offre une vision globale d'un milieu (pour l'exemple de l'eau : quels usages de l'eau ? quelles représentations symboliques de l'eau ? quelles stratégies de pouvoir concernant la gestion de l'eau ?). La richesse du réel déborde chaque

discipline. L'approche monodisciplinaire n'exprime qu'un aspect du réel. Différents points de vue, différents éclairages provenant de disciplines complémentaires sont nécessaires pour traiter un milieu dans sa globalité. La formation initiale étant le plus souvent monodisciplinaire, il apparaît que le besoin de formation permanente le plus important n'est pas l'approfondissement disciplinaire, mais l'initiation à de nouvelles disciplines, et surtout l'apprentissage de démarches permettant d'intégrer les disciplines.

Le contexte dans lequel il faut penser l'ingénierie de formation des chercheurs et ingénieurs est celui du renforcement de la capacité d'expertise des pays du Sud. D'où la nécessité d'un système de formation en partenariat, intégrant, dans des actions de formation communes, scientifiques du Nord et du Sud. L'ouverture au Sud du système de formation signifie que l'ingénierie de formation ne doit pas être conçue dans une logique de transfert de compétences du Nord vers le Sud, mais dans une logique de respect des questions émanant du Sud. Les savoirs et les pratiques des sociétés du Sud sont à interroger. Les préoccupations du Sud sont à prendre en compte. L'ouverture induite par le partenariat apporte l'enracinement social, culturel et historique que suppose la familiarité nécessaire à la compréhension des milieux ruraux du Sud. Un système de formation permanente conçu en partenariat peut devenir le creuset d'un dialogue entre scientifiques du Nord et du Sud. Le temps pendant lequel on se forme étant d'abord un temps de réflexion, de progression personnelle, un temps privilégié (par rapport au temps strictement réservé au travail) pour nouer un fécond dialogue. Le produit de ce dialogue est imprévisible et ne peut que rétroagir sur le système de formation lui-même, qui doit alors s'autoadapter. Les participants à la formation deviennent les acteurs d'un dispositif de formation qui se construit au rythme où progresse le dialogue.

Le développement rural est un thème qui nécessite par excellence des recherches finalisées, visant à fournir des éléments pour une prise de décision économique ou politique. La formation initiale, centrée sur l'acquisition de connaissances fondamentales, en général aborde peu les problèmes dans une optique d'aide à la décision. Il revient donc à la formation permanente de compenser cette lacune, en fournissant aux scientifiques la possibilité de se forger leurs propres méthodologies d'aide à la décision. Il s'agit d'apprendre à tenir compte de toutes les facettes d'un problème complexe et d'évaluer leur importance relative, de la plus technique (par exemple, le choix d'une technologie de traitement de l'eau) à la plus politique (par exemple, le degré d'acceptabilité d'un nouveau barrage par la population locale). Pour prendre un autre exemple, l'aide à la décision en matière de gestion de la forêt tropicale consiste à hiérarchiser les critères relevant de la structure de la forêt, du climat et de la biologie, les critères relevant des rapports consommation-production (agroforesterie, extractivisme) et les critères relevant de l'anthropologie (peuplement humain, représentation et signification culturelle de la forêt) ; il ne s'agit pas de juxtaposer ces différentes disciplines mais de les interconnecter et de les pondérer. Les méthodologies d'aide à la décision ne peuvent s'acquérir que dans une connaissance intime des choix de société qui suppose le contact de terrain, la coopération locale. D'où la nécessité d'un système de formation permanente lui-même conçu dans une logique de coopération.

Vouloir apprendre, en stage de formation continue, la démarche-système comme on apprend un logiciel de micro-informatique ou une technique d'analyse chimique ne peut conduire qu'à l'échec. L'apprentissage de la démarche-système suppose de s'appuyer sur un dispositif d'ingénierie de formation lui-même entièrement conçu dans une approche-système. Seule une pédagogie lucide sur la non-linéarité des interactions qu'elle génère est légitimée à parler de complexité. Seule une pédagogie émanant d'un système de formation consciemment ouvert et vivant de son ouverture est légitimée à parler d'ouverture. La formation au système ne peut se penser que dans un système de formation.

Références bibliographiques

Morin E., 1981. *La méthode, Tome 1 : La nature de la nature.* Paris, France, Le Seuil, 409 p.

Prigogine I., Stengers I., 1986. *La nouvelle alliance : métamorphose de la science.* Paris, France, Gallimard, 439 p.

La modélisation spatiale dans une action de formation-recherche-développement

Deffontaines Jean-Pierre[1] ; Lardon Sylvie[2] ; Chevignard Nicole[3] ; Marshall Eric[3] ; Malgrot Jean-Louis[1] ; Moisan Hervé[1] ; Benoit Marc[1]

[1]INRA-SAD, Versailles-Dijon-Mirecourt, Route de Saint-Cyr, 78000 Versailles, France

[2]INRA-SAD, BP 27, 31326 Auzeville, France

[3]Etablissement national d'enseignement supérieur agronomique de Dijon (ENESAD), 26 Bd du Dr Petitjean, 21000 Dijon, France

Résumé

Nous présentons les réflexions et expériences issues de recherches pluridisciplinaires portant sur l'utilisation de la carte pour aborder des problèmes de développement microrégional. Le but de ce travail est d'éclairer la composante spatiale de ces problèmes et de proposer une méthodologie adaptée à leur complexité. Elle s'appuie sur une démarche de modélisation, qui utilise l'espace comme moyen d'analyse et de compréhension et comme outil d'aide à l'action. L'intérêt d'une démarche alliant formation, recherche et développement est discuté.

Mots clés

Cartographie, modèles graphiques, études microrégionales, espace rural, développement rural.

Abstract

Spatial Modeling in Education, Research, and Rural Development

The paper introduces some considerations and experiences drawn from multidisciplinary research on the use of maps in addressing microregional development issues. The aim was to focus on the spatial component of these issues and to propose a methodology adapted to their complexity. This methodology is based on models that use space as a means of analysis and understanding and as a tool for action support. The interest of such an approach combining education, research, and rural development is discussed.

Une action de formation-recherche-développement

L'expérience que nous présentons est issue d'un processus de collaboration entre la recherche et la formation, dans une perspective de développement. Celui-ci est envisagé comme une réorganisation du système considéré par une meilleure prise en compte simultanée des éléments qui le composent, de l'innovation et de l'adaptation aux conditions du milieu et de l'environnement. Au cours de stages de courte durée pour des agents du développement[1], des enseignants et des ingénieurs du milieu agricole en formation continue, une question de développement est abordée avec les acteurs de terrain. Les méthodes proposées par la recherche, élaborées pour le diagnostic, sont mises à l'épreuve en situation d'intervention pédagogique.

La collaboration a commencé en 1985 par un cycle de formation sur le développement agricole et la dynamique des systèmes de production. Pour analyser une petite région agricole, quatre étapes étaient proposées : un diagnostic préalable à partir de données existantes et d'interviews d'acteurs locaux, une présentation de cinq clés de lecture (analyses technique, typologique, paysagique, historique et sociologique) par l'équipe de recherche, l'élaboration d'un diagnostic plus approfondi sur certains villages par une étude de terrain à l'aide des clés de lecture présentées et la restitution aux agriculteurs et agents de développement locaux.

Plusieurs stages successifs ont permis une meilleure intégration des cinq méthodes, par confrontation sur un même terrain. La carte a été progressivement introduite comme modèle pour raisonner un problème de développement. Ce point a été approfondi en 1988 dans le cadre d'une AIP[2] de l'INRA-SAD intitulée Modélisation spatiale de l'activité agricole (Lardon *et al.*, 1990). Une première application de la démarche de modélisation spatiale à porté sur le problème de la désertification du plateau de Langres-Montagne. Les dynamiques rurales ont été particulièrement abordées. L'ensemble s'est concrétisé par la publication d'un ouvrage formalisant la démarche de modélisation spatiale (Deffontaines et Lardon, 1994).

[1]Le terme Développement (D) désigne l'ensemble des acteurs et des institutions qui interviennent dans le développement (d) de l'agriculture.

[2]Action incitative programmée.

Nous présentons le test en situation de la démarche utilisée dans le Haut-Morvan, où la question posée était celle des équilibres entre activités agricole, forestière et touristique. Les principes méthodologiques sont successivement explicités, mis en œuvre et discutés, notamment leur intérêt pédagogique.

Une méthodologie d'analyse de l'espace rural

L'espace rural est modélisé comme un système rural. Celui-ci est constitué par les relations des systèmes d'activités humaines et des systèmes écologiques entre eux et par leurs relations avec les acteurs et l'espace (figure 1). Le système rural est analysé dans ses dynamiques à différentes échelles et dans sa diversité, en utilisant l'espace comme moyen de compréhension.

Pour cela, nous postulons que l'espace est organisé, c'est-à-dire qu'il est structuré, perçu et géré. A un moment donné, l'espace, produit des systèmes d'activités humaines et des systèmes écologiques, est structuré : cette structure peut être observée et caractérisée. Il est perçu par les acteurs locaux, qui en ont une représentation mentale : on peut expliciter et formaliser cette représentation. Il est géré par différents acteurs développant chacun des stratégies particulières : il faut en reconstituer les logiques et les interactions.

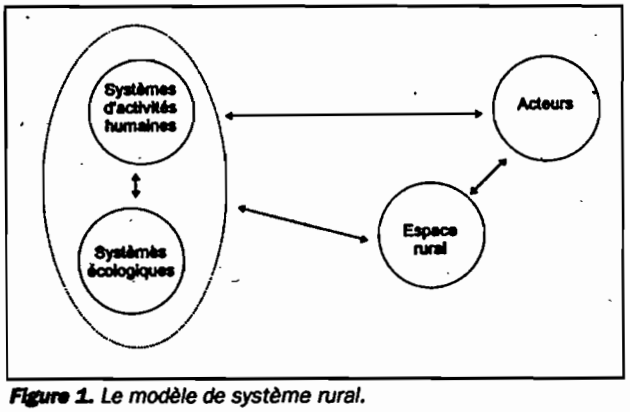


Figure 1. *Le modèle de système rural.*

Nous proposons différentes méthodes d'analyse d'un système rural, qui s'appuient sur différents points de vue sur l'espace selon que l'on privilégie des données objectives pour décrire l'espace structuré, des connaissances expertes pour représenter l'espace perçu ou des indicateurs pour modéliser l'espace géré.

La partition de l'espace selon différents critères et à différentes échelles est une méthode classique de description et d'analyse de l'espace structuré. Ainsi, les zones de dynamisme démographique, économique et social, distinguées à partir de données statistiques, les zones de stabilité ou d'évolution des occupations du sol à l'échelle communale relevées à partir de données cadastrales ou les unités physionomiques observées dans un paysage peuvent être cartographiées (Deffontaines, 1985; Maigrot, 1993).

Pour l'espace perçu, la méthode consiste à repérer dans les discours des acteurs les catégories qu'ils utilisent pour décrire leur espace et les appréciations qu'ils en donnent, par exemple, la façon dont les experts du Développement dénomment les différentes parties de leur région ou celle dont les acteurs locaux perçoivent le territoire de leur commune. Les discours peuvent être traduits par une représentation graphique, carte ou dessin (Moisan, 1988).

Les activités humaines utilisent et transforment l'espace. L'observation de faits spatiaux peut éclairer les logiques sous-jacentes aux choix des acteurs. Le découpage parcellaire est un bon support pour l'étude de la gestion d'une exploitation agricole (Benoit, 1985). De même, la façon dont les acteurs découpent leur espace est révélateur de leurs modes d'action (Lardon, 1994).

Nous intégrons les différentes méthodes dans une construction méthodologique, qui s'appuie sur trois principes : formalisation du problème, énoncé des hypothèses et identification des objets pertinents à étudier. La démarche consiste à faire une analyse de situation, puis à définir les objectifs, et par là, les objets d'étude, selon la méthode des modèles (Legay, 1986).

On définit les niveaux d'organisation intermédiaires comme les bassins versants, les entreprises, les institutions. Ces niveaux exigent de saisir les grandes tendances écologiques et sociales, car ils en sont le relais, et de comprendre les dynamismes locaux, dont ils sont le moteur ou le frein. La modélisation systémique fournit une façon d'aborder le système, siège de processus (Le Moigne, 1990).

Les cartes et les modèles des phénomènes étudiés sont vus comme des outils. Chaque méthode suit un itinéraire cartographique qui prend en compte les informations spatiales, les variables actives et les principales composantes, pose des hypothèses et donne à voir les connaissances élaborées. La représentation graphique est l'outil privilégié de ces analyses (Cheylan *et al.*, 1990). La modélisation spatiale repose sur l'hypothèse d'une correspondance entre structure et fonctionnement. Elle définit des modèles spatiaux élémentaires qui ont chacun une représentation graphique appelée chorème (Brunet, 1980).

Ainsi, la démarche se fait en trois phases : une phase exploratoire ; une phase de modélisations partielles ; une phase de modélisation globale.

La phase exploratoire consiste à prendre contact avec la zone où se pose le problème, à écouter des interlocuteurs privilégiés, à identifier les acteurs et les thèmes pertinents. Elle aboutit au choix des niveaux d'organisation, des points de vue, des méthodes. Elle permet de définir ce que nous appelons un fond de modèle, par analogie avec la notion de fond de carte, qui formalise les structures spatiales de base du système rural étudié.

La phase de modélisations partielles porte sur les niveaux d'organisation retenus. Plusieurs itinéraires cartographiques sont menés, chacun mobilisant la méthode adaptée au point de vue choisi sur l'espace : structuré, perçu ou géré. Ces connaissances sont restituées graphiquement sur le fond de modèle sous forme de modèles spatiaux partiels.

La phase de modélisation globale combine les approches partielles et intègre les connaissances ponctuelles élaborées aux niveaux d'observations les plus fins. On passe ainsi successivement d'un niveau d'organisation à l'autre jusqu'au niveau du système rural et on obtient un modèle spatial intégré.

Un exercice de modélisation spatiale

Le Morvan, une zone périphérique

La méthode a été appliquée dans le Morvan au cours d'une action de formation, au mois de novembre 1993. Elle répondait à une demande d'élus locaux et de l'Association nivernaise de conseil en aménagement rural, qui souhaitaient mettre au point des outils cartographiques d'aide à la décision visant à éclairer le problème des équilibres entre activité agricole, forestière et touristique dans une zone rurale du Morvan.

La session a réuni cinq chercheurs, deux formateurs et quinze stagiaires, issus de l'enseignement agricole pour la plupart. Ils ont rencontré les maires, les exploitants forestiers, les conseillers agricoles, les hôteliers et les responsables du Parc naturel régional du Morvan pour préciser progressivement la zone d'étude et la question à traiter. Au cours de cette journée de discussion et de négociation, l'équipe de recherche a proposé un itinéraire méthodologique. Les croquis, schémas et cartes élaborés au cours du stage ont servi de documents communs pour formaliser l'information et de base pour les discussions.

L'approche statistique et cartographique du Morvan révèle un massif montagneux d'aspect insulaire aux confins de quatre départements.

Le Morvan est une unité peu peuplée (environ 20 hab./km2). Les soldes naturels sont négatifs et les mouvements migratoires concernent le plus souvent des personnes âgées, des retraités citadins originaires de la région. Les centres urbains importants sont situés à sa périphérie, sauf Chateau-Chinon. Le Parc naturel régional couvre en partie la petite région agricole. L'étude a porté sur cinq communes de la Nièvre (Chaumard, Corancy, Lavault-de-Frétoy, Ouroux-en-Morvan et Planchez) présentant une certaine diversité et faisant partie du périmètre du Syndicat intercommunal et de la Charte intercommunale du Haut-Morvan.

L'agriculture est à base d'élevage bovin allaitant. La forêt est principalement domaniale, avec des parcelles privées à proximité des villages et des plantations de sapins de Noël. Le tourisme concerne principalement le lac des Settons, à proximité de cette zone d'étude ; le lac de Chaumard appartient à la ville de Paris et sert de réservoir pour régulariser le débit de la Seine.

Le fond de modèle présente les principales structures spatiales des cinq communes. Il comprend les limites communales et la localisation des chefs-lieux, les principaux cours d'eau et axes de communication. Ce sont les informations communes aux différentes méthodes retenues pour répondre à la question posée (figure 2).

Communes, hameaux et clairières

La carte IGN au 1/50 000 fournit les premières informations. La zone des cinq communes suit un gradient d'altitude orienté Nord-Sud, de 400 à 700 m ; la forêt est présente partout. Au nord, les vallées assez larges s'évasent vers l'aval, les espaces non boisés communiquent entre eux et présentent des clairières ouvertes. Au sud, les cours d'eau sont plus encaissés, les vallées sont étroites et hydromorphes, les clairières sont fermées. Il est possible de dis-

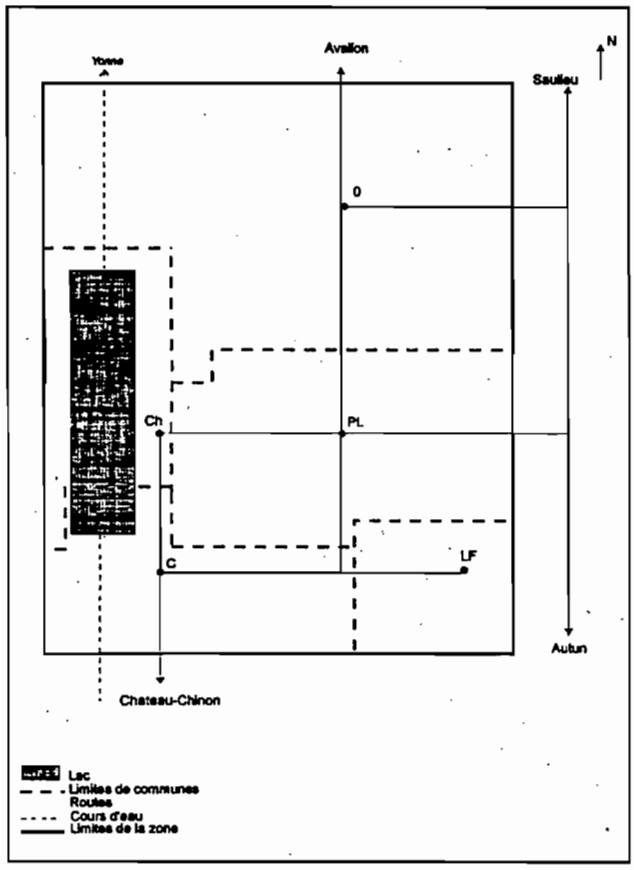


Figure 2. Fond de modèle.

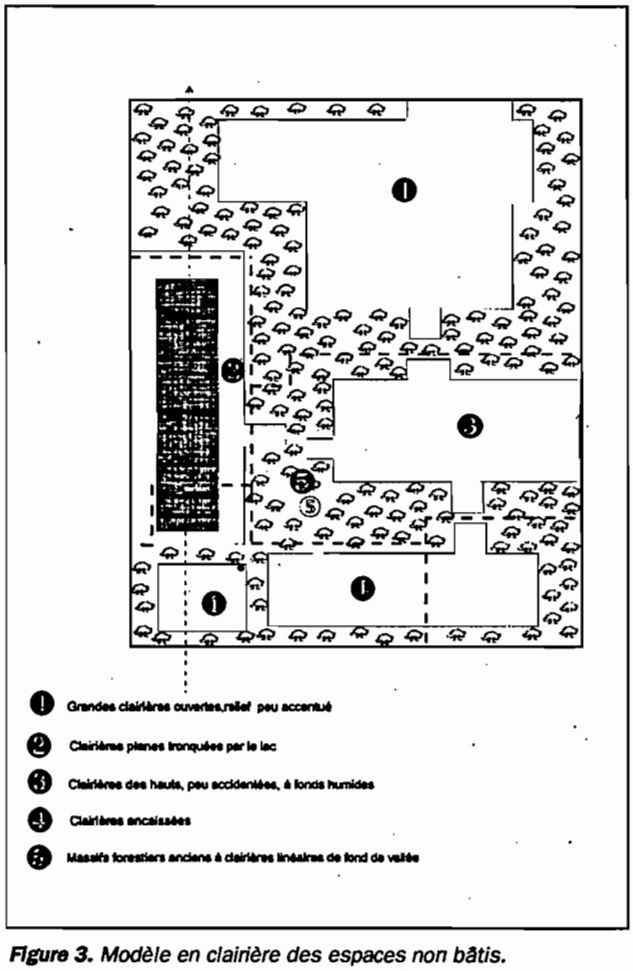


Figure 3. Modèle en clairière des espaces non bâtis.

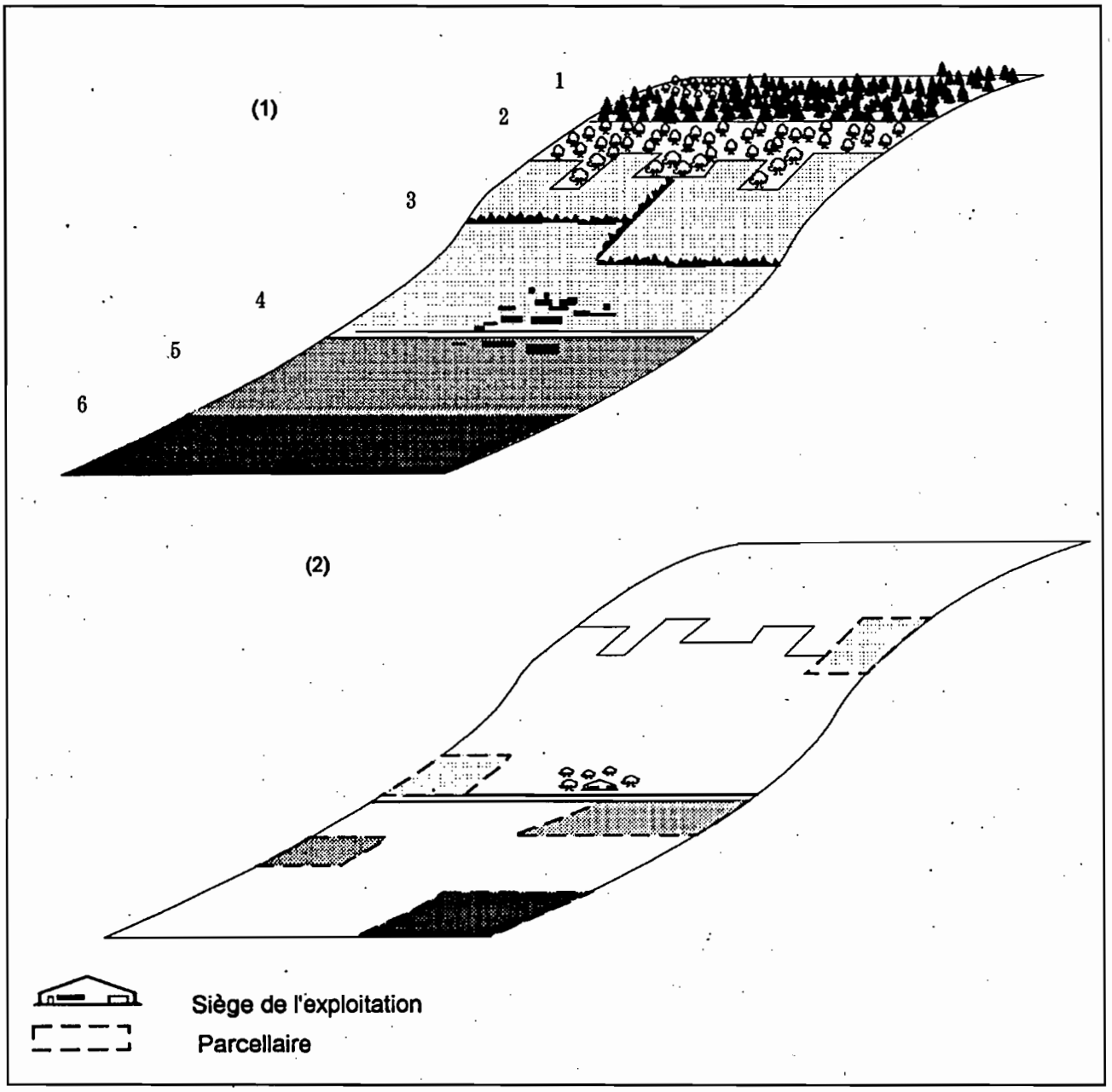


Figure 4. *Module de paysage (1) et structure spatiale d'une exploitation (2).*
1. Un massif boisé composé de grandes parcelles de conifères et de feuillus.
2. Une forêt irrégulière de feuillus, dont la structure révèle d'anciens parcellaires agricoles.
3. De grandes pièces bordées de haies basses, régulièrement taillées, à l'intérieur desquelles s'observent des parcelles agricoles (prairies temporaires et céréales).
4. Le long de la voie de communication qui suit la courbe de niveau, le hameau, entouré d'arbres fruitiers. L'habitat est semi-groupé.
5. Une pente saine et régulière recouverte de prairies naturelles pâturées.
6. De larges parcelles pâturées de fond de vallées. Les terrains inondables sont médiocrement entretenus.

tinguer différentes zones selon les types de clairière observés (figure 3).

L'analyse du paysage révèle l'existence d'un module de base, que l'on retrouve en un ou plusieurs exemplaires dans les divers types de clairière révélés par l'analyse cartographique. Ce module présente de haut en bas d'un versant une succession d'occupations du sol (figure 4).

Le territoire des exploitations se répartit dans des proportions différentes dans les zones 3, 4, 5 et 6 (terrains labourés où alternent céréales fourragères et prairies temporaires, parcelles exclusivement pâturées en grands parcs). Le système de production agricole est basé sur l'élevage de bovins à viande (charolais) ; les surfaces en herbe dominent (prés et parcs, prairies naturelles et temporaires) et sont soignées, sauf dans les bas-fonds humides. L'habitat à mi-pente, le paysage entretenu, voire jardiné et l'équilibre entre les diverses occupations du sol sont autant de facteurs favorables à l'accueil. La forêt gagne aux franges des massifs forestiers qui présentent des limites irrégulières.

Les enquêtes en exploitation montrent qu'elles présentent des dynamiques différentes suivant les situations familiales. L'évolution des espaces non boisés diffère selon le type de clairière où les exploitations agricoles sont situées. Dans les clairières fermées, les terres d'un exploitant qui cesse son activité ont moins de chances d'être reprises par

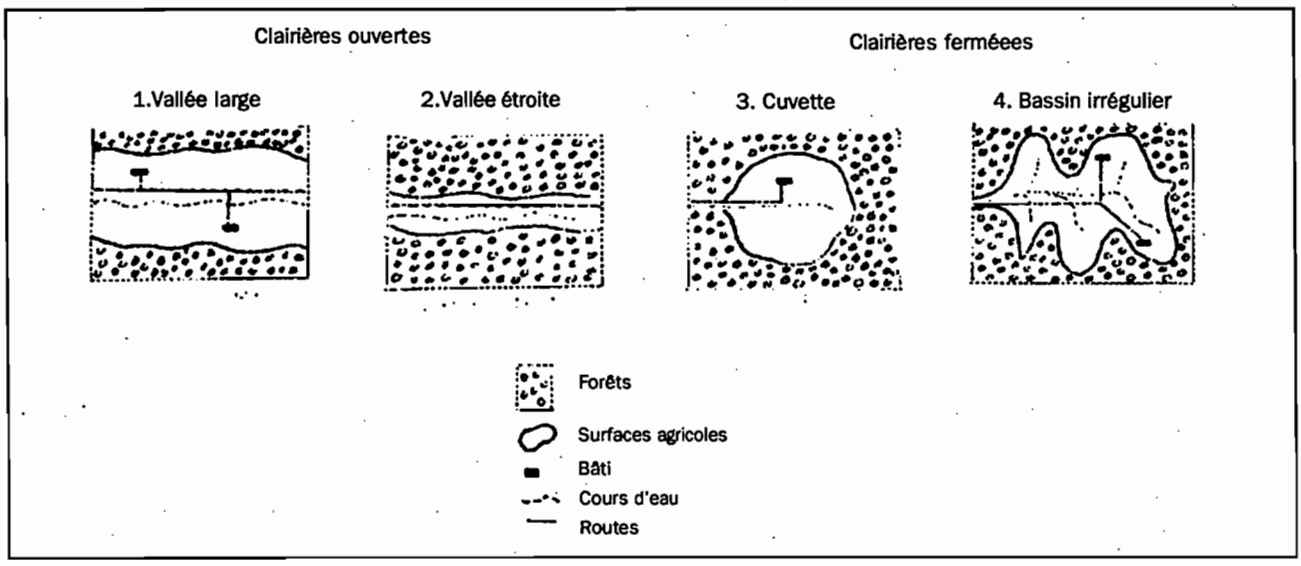


Figure 5. *Types de clairière.*[3]

une autre exploitation que dans une clairière ouverte. Les probabilités de fermeture du paysage sont grandes, ce qui réduit les possibilités d'accueil, notamment dans les secteurs déjà fortement boisés. Ce phénomène est représenté par les modèles spatiaux des clairières (figure 5).

L'analyse sociologique consiste à considérer les établissements humains, leur dynamique et les relations qu'ils entretiennent à l'intérieur et avec l'extérieur. Elle est menée dans les différentes communes à partir du plan d'assemblage cadastral et des feuilles de bâti des bourgs et des hameaux (figure 6). L'enquête auprès des membres du conseil municipal fait ressortir une vision endogène du fonctionnement social du village.

Ouroux est le bourg le plus important. Bien équipé et doté de bonnes dessertes, il est animé. Le patrimoine bâti est entretenu grâce aux résidents secondaires, qui constituent, avec les retraités, une part importante de la population. La forêt est présente, sans être écrasante, puisque tous les hameaux communiquent facilement avec le bourg ou avec l'extérieur. Les agriculteurs sont nombreux et présents, dans tous les hameaux comme au bourg.

A Planchez, la population passe de 400 habitants à 1 600 habitants en été, avec 250 résidences secondaires. Le tourisme est l'activité dominante grâce aux locations. Le commerce est conforté par des tournées. Les actifs travaillent sur place et dans les communes avoisinantes, vers Autun. L'activité agricole est fragile, avec de prochains départs à la retraite. Des plantations de sapins de Noël s'installent sur les terres abandonnées par l'agriculture : il s'ensuit une évolution du paysage près du bourg et un isolement des hameaux.

Chaumard est marquée par le lac, qui a coupé son territoire agricole et perturbé les communications entre les hameaux. Il n'y a pas d'école. La population passe de 300 habitants en hiver à 3 000 en été, avec un camping sauvage au bord du lac. L'activité des onze agriculteurs est gênée par l'absence de remembrement. Le contact agriculture-forêt est en équilibre. La forte potentialité touristique est peu exploitée.

Corancy est située en périphérie de Chateau-Chinon : population d'actifs alternants, vie sociale développée, écoles, artisans, vie associative et camping. Les exploitations agricoles se partagent le territoire. Dynamiques, elles ont créé une CUMA qui compte 170 membres. La route dépar-

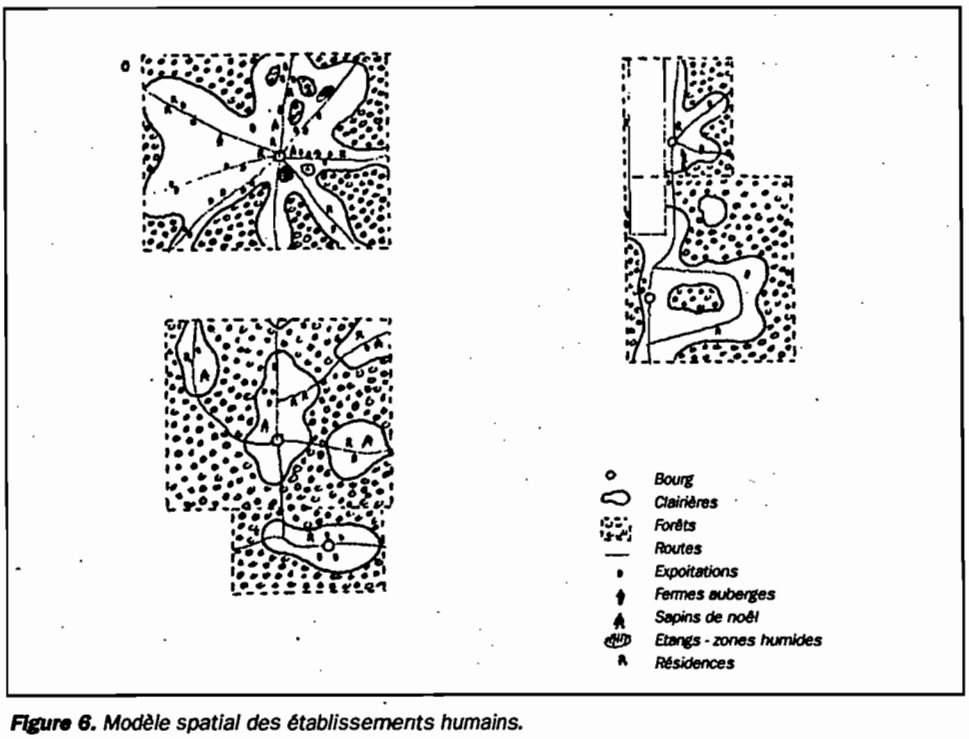


Figure 6. *Modèle spatial des établissements humains.*

[3]Les figures 5 et 6 ont servi, en l'état, au travail de terrain.

tementale et l'Yonne traversent la commune. La forêt est utilisée comme chasse communale et fournit le bois de chauffage. Les résidents secondaires sont pour la plupart originaires de Corancy ou de la région.

Lavault-de-Frétoy est une commune très petite sans équipements. Elle ne compte que 25 habitants en hiver. Elle fonctionne comme un hameau isolé par la forêt avec quatre agriculteurs jeunes et beaucoup de retraités. La vie sociale est limitée aux relations avec un hameau de Corancy.

Les équilibres actuels et les possibilités de gestion locale

L'organisation en hameaux-clairières se révèle un élément structurant pour les diverses activités. Chaque commune présente des spécificités et des atouts, sur lesquels elle peut jouer, et des contraintes. L'équilibre entre les activités est mis en évidence par la structuration spatiale observée, en zone de clairière ouverte (types 1 et 2) et en zone de clairière fermée (3 et 4). Le diagnostic porte sur les capacités d'initiatives locales, le degré de maîtrise des différents acteurs et leur combinaison harmonieuse sur le territoire.

Ouroux présente un bon équilibre agriculture-forêt-tourisme. Les clairières ouvertes permettent des échanges entre les hameaux. Le bourg fournit des services et les résidents secondaires participent à la vie du village. L'agriculture est dynamique.

Corancy est également équilibrée, avec un dynamisme agricole, un habitat vivant, lié à la proximité urbaine, un tourisme favorisé par le lac et une emprise de la forêt contrôlée, sauf un hameau enclavé.

Planchez a des atouts, du fait de l'accueil d'un tourisme diffus. Mais les clairières fermées, tenues par une seule exploitation, l'absence d'agriculteurs jeunes en périphérie du bourg et la prolifération des plantations de sapins de Noël sur les anciennes parcelles agricoles abandonnées concourent à une certaine fragilité.

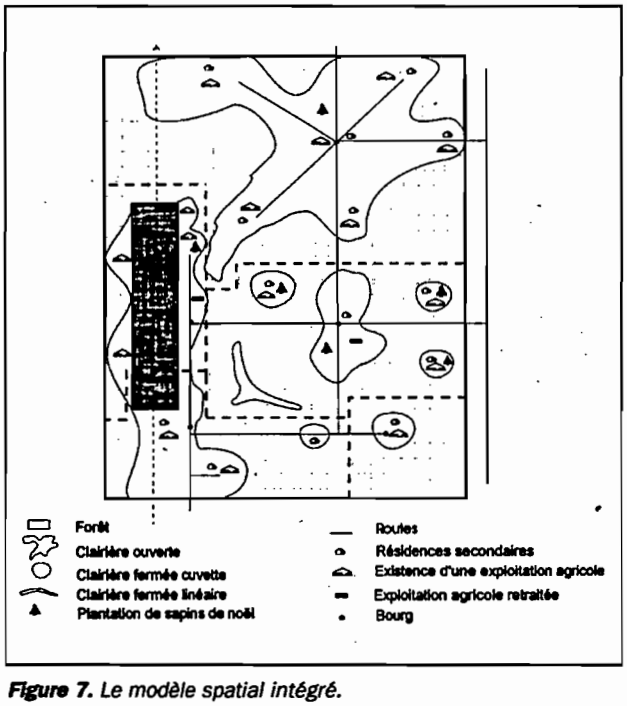


Figure 7. *Le modèle spatial intégré.*

Chaumard, paradoxalement, est déséquilibrée par le lac, qui a cassé la dynamique agricole sans lui substituer une activité touristique intégrée. L'agriculture disparaît à proximité du bourg (agriculteurs retraités). L'afflux de touristes en été a un faible impact économique.

Lavault-de-Frétoy est dominée par la forêt ; les agriculteurs et les résidents secondaires sont isolés ; l'habitat permanent est peu développé.

Dans la partie Sud de Chaumard et de Lavault-de-Frétoy, l'existence de massifs forestiers importants, présentant un paysage original avec des clairières linéaires, pourrait être un atout pour le développement d'activités de loisirs.

Ainsi, l'équilibre entre les activités dépend de la gestion des clairières. Entretien et desserte de la forêt, occupation agricole et habitat permanent sont les conditions d'un accueil vivant. Cela demande la participation de tous les acteurs locaux.

La restitution aux acteurs locaux par les stagiaires a permis d'apporter un regard neuf sur le problème, même si elle ne pouvait déboucher que sur un résultat limité, vu le temps imparti. Le groupe a exprimé son analyse de la structure et du fonctionnement du territoire étudié en présentant aux acteurs locaux un jeu de cartes élaborées au cours du stage.

L'intérêt porté à la méthode par les divers participants est sa seule validation. La présentation de la structuration en clairières a étonné et suscité des réflexions. Elle a mis en évidence la fragilité et le risque de fermeture du paysage de certaines zones et a fortement contribué à la discussion sur les interactions existant entre les trois activités étudiées au niveau de l'unité clairière ; elle a fait émerger l'idée qu'elle pourrait être une unité de gestion commune à différents acteurs.

Intérêt, limites et perspectives

L'approche spatiale permet de prendre en compte plusieurs niveaux d'organisation et d'analyser leurs interrelations. Elle permet également d'articuler différents points de vue disciplinaires en fournissant aux chercheurs un langage commun et un support concret de dialogue. Insérée dans une démarche participative, elle favorise l'expression des acteurs locaux du développement tout en proposant une vision globale, au carrefour de leurs diverses préoccupations. Mobilisant différentes compétences, produisant de nouvelles connaissances et favorisant leur diffusion, elle constitue donc un outil d'intégration et de dialogue. Dans le contexte du développement local, ce sont autant d'atouts de l'outil d'aide aux décisions.

Ses limites, du point de vue cognitif, sont de trois ordres : les processus étudiés doivent avoir une composante spatiale forte ; les processus en cours sont appréhendés par leur résultante, on n'accède pas aux mécanismes sous-jacents ; les projets, les initiatives, qui n'ont pas encore une inscription dans l'espace ne sont pas mis en évidence. Ces restrictions peuvent être limitées par la prise en compte de l'espace perçu par les acteurs.

La démarche est conduite dans une séquence de formation. Elle fournit aux trois parties prenantes l'occasion de dépasser leurs différences pour construire ensemble. Pour

la recherche, il ne s'agit pas d'un simple transfert d'acquis scientifiques. Cela oblige le chercheur à clarifier sa pensée et à se confronter à d'autres méthodes. Vis-à-vis des stagiaires, auxquels la recherche se doit de fournir des éléments pédagogiques, elle est aidée par des acteurs de terrain qui se prêtent au jeu d'une démarche où l'on a droit à l'erreur. Vis-à-vis des acteurs auxquels elle propose un outil opératoire, elle bénéficie de l'appui des stagiaires, qui se sentent eux-mêmes impliqués dans le problème concret. Les stagiaires sont à la fois les interlocuteurs de la recherche, avec laquelle ils élaborent une réflexion, et les partenaires de l'action, puisque partie prenante du diagnostic. Les acteurs locaux, soucieux de disposer d'une méthodologie applicable et de résultats sont aussi fournisseurs des informations soumises à la réflexion du groupe.

Entre recherche et développement se créent des synergies. La médiation par un tiers permet de s'affranchir des barrières que l'on se pose entre pairs. La situation est quasi professionnelle, car chacun déploie ses compétences sans être jugé sur ses propres valeurs mais sur les critères des autres. Le chercheur peut énoncer ses hypothèses sans craindre d'être jugé, le stagiaire s'exprimer sans risquer la désapprobation et l'acteur local parler sans masquer la vérité. Cela tient à l'engagement initial, négocié et accepté ensemble. La formation joue un rôle catalyseur, en préparant cette négociation avec les acteurs de terrain, en faisant confiance à la recherche et en donnant a tous pour objectif la réussite du stage.

Cette situation s'apparente à la recherche-action (Liu, 1992). Elle en possède trois des propriétés : la volonté de changement, la dualité des objectifs et le cadre négocié. Pour ce qui est de la durée, courte, on peut se demander si ce n'est pas justement un grand atout de devoir conduire rapidement la démarche. L'implication est d'autant plus forte que le temps est compté. L'efficacité en est-elle réduite ? Si le résultat est imparfait, chacun a pu tirer des enseignements transmissibles. Il nous semble que de telles actions, ponctuelles mais intenses et dirigées, peuvent démultiplier leurs effets et participer à la transformation des systèmes ruraux.

Références bibliographiques

Benoit M., 1985. *La gestion territoriale des activités agricoles. L'exploitation et le village : deux échelles d'analyse en région d'élevage.* Thèse de docteur-ingénieur, INA-PG, 152 p.

Brunet R., 1980. La composition des modèles dans l'analyse spatiale. L'espace géographique, 4, 253-264.

Cheylan J. P., Deffontaines J. P., Lardon S., Thery H., 1990. Gestion de l'espace rural, des pratiques aux modèles. Mappemonde, 90/4, 48 p.

Deffontaines J. P., 1985. Étude de l'activité agricole et analyse du paysage. L'espace géographique, 4, p. 259-267.

Deffontaines J. P et Lardon S. (éds.), 1994. *Itinéraires cartographiques et développement.* INRA, 136p.

Lardon S., Deffontaines J. P., Baudry J., Benoit M., 1990. L'espace est aussi ailleurs. *In : Modélisation systémique et système agraire. Décision et organisation.* J. Brossier, B. Vissac, J. L. Le Moigne éds., INRA Paris, p. 321-337.

Lardon S., 1994. Intérêt de la modélisation spatiale pour la gestion de l'espace rural. Revue du centre européen du développement régional (à paraître).

Legay J. M., 1986. Méthodes et modèles dans l'étude des systèmes complexes. Colloque "Diversification des modèles de développement rural : questions et méthodes". Cahiers de la Recherche Développement, 11, 1-6.

Le Moigne J. L., 1990. *La modélisation des systèmes complexes.* Afcet systèmes, Dunod, Paris, 178 p.

Liu M., 1992. Présentation de la recherche-action, définition, déroulement et résultats. Rev. Inter. Systémique, vol 6, 4, 293-312.

Maigrot J. L., 1993. L'organisation d'un espace cpontraint, le cas des finages des communes du périmètre d'étude. *In : Agriculture et qualité de l'eau.* J. P. Deffontaines, M. Benoit, J. Brossier, E. Chia, F. Gras, M. Roux éds., INRA, Paris, p. 105-112.

Moisan H., 1988. Perception du territoire et production de référentiels techniques locaux par les agriculteurs. *In : Pour une agriculture diversifiée.* M. Jollivet éd., L'Harmattan, Paris, p. 218-224.

Approche systémique et formation des agronomes

Jouve Philippe
CNEARC-CIRAD, 1101, avenue d'Agropolis, 34000 Montpellier, France

Résumé

L'approche systémique occupe désormais une place largement reconnue dans la communauté scientifique, au point que certains la considèrent comme un nouveau paradigme qui viendrait remplacer ou compléter, suivant les points de vue, le paradigme cartésien sur lequel a été fondée une grande partie des connaissances scientifiques actuelles. Plusieurs raisons justifient l'intérêt porté à l'approche systémique, dont la principale est certainement la recherche de nouvelles méthodes d'étude de la complexité, dont les approches analytiques, de nature réductionniste, rendent mal compte. De nombreux faits attestent du développement de ce nouveau courant de pensée dans le domaine des recherches agronomiques et du développement rural. En revanche, la place faite à l'approche systémique est modeste, voire inexistante, dans de nombreux cursus de formation des agronomes. A quoi est dû ce décalage ? C'est ce qu'examine cette communication, en s'efforçant, au préalable, de répondre à certaines questions sur le statut de l'approche systémique (est-elle une discipline nouvelle ?) et sur les conséquences de son application en matière de recherche et de modalités d'intervention en milieu rural. Ensuite sont examinés les différents obstacles qui limitent son introduction dans la formation. Après avoir discuté du bien-fondé de ces obstacles, sont présentés les bénéfices que l'on peut attendre de l'introduction de l'approche systémique dans la formation, en particulier de celle des agronomes appelés à travailler au développement rural des pays en développement.

Mots clés

Approche systémique, formation, recherche agronomique.

Abstract

The Systemic Approach and Agricultural Training

The systemic approach is now widely recognized in the scientific community. Some consider it to be a new model with potential for replacing or completing—depending on the point of view—the Cartesian model on which most current scientific knowledge is based. Several reasons justify the interest in systemic systems; certainly, the main reason is the search for new methods for studying a complexity that is poorly explained by reductionist analytical approaches. Numerous features bear witness to the development of this new current of thought in the field of agricultural research and rural development. However, the role of the systemic approach is slight or even nonexistent in many agronomy syllabuses. Why this oversight? This point is discussed after examination of the status of the systemic approach (a new discipline?) and the results of its application to research and to intervention in rural environments. The various obstacles limiting introduction of the systemic approach in training are then examined. Discussion of the cogency of these obstacles is followed by a description of the potential benefits of introducing the systemic approach in training and, especially, in training agronomists to work in rural development in developing countries.

L'approche systémique, un nouveau paradigme ?

Si l'on en croit certains partisans de l'approche systémique, celle-ci constituerait un nouveau paradigme, dont l'application au domaine des sciences aurait des conséquences épistémologiques aussi importantes que le *Discours de la méthode,* de Descartes, qui, il y a trois siècles et demi, avait fondé la démarche analytique. Ainsi, l'ensemble d'ouvrages consacrés par Edgar Morin à l'étude de la complexité et regroupé sous le titre général de *La Méthode*, en même temps qu'il constitue une référence explicite à son illustre devancier, atteste clairement la volonté de rompre avec la démarche analytique ainsi qu'une ambition de construire un "nouveau discours de la méthode" fondé sur la démarche systémique. Pour Le Moigne (1983), "*Cette succession de discours de la méthode qu'écrit l'histoire de la pensée humaine engendre une suc-*

cession de révolutions scientifiques.", et chacune d'elles se réfère à un paradigme particulier. Qui dit révolution dit rupture et le passage du paradigme cartésien au paradigme systémique lui apparaît comme une rupture majeure de l'histoire des sciences.

A vrai dire, l'intérêt porté à l'approche systémique ne date pas d'aujourd'hui. Sans remonter jusqu'à Aristote, notons qu'il y a déjà trois siècles Blaise Pascal déclarait : *"Toutes choses étant causées et causantes, aidées et aidantes, médiatement et immédiatement et toutes s'entretenant par un lien naturel et insensible qui lie les plus éloignées et les plus différentes, je tiens pour impossible de connaître les parties sans connaître le tout, non plus que de connaître le tout sans connaître particulièrement les parties"*. Depuis, des biologistes (Monod, Jacob), des cybernéticiens (Wiener, Simon), des spécialistes des sciences humaines (Weber, Piaget, Morin) et quelques autres ont largement contribué, par leurs écrits et leurs travaux, à la diffusion de l'approche systémique. Dans le domaine de l'étude du milieu rural, qui concerne directement les agronomes, on peut considérer que l'ouvrage de Jacques Berque, *Structures sociales du Haut-Atlas*, paru en 1955, constitue un modèle d'approche systémique du milieu rural, rarement dépassé depuis. Enfin, des ouvrages plus généraux comme ceux de L. Bertalanffy, *Théorie générale des systèmes* (1968), et de B. Walister, *Systèmes et Modèles* (1977), ont largement contribué à la conceptualisation et la vulgarisation de l'approche systémique.

Ces différentes contributions, qui ont pour trait commun de tenter de rendre compte de la complexité des objets de connaissance en refusant toute attitude réductionniste, ont profondément modifié notre façon d'appréhender la réalité et, par voie de conséquence, ouvert de nouveaux horizons à la recherche. On peut donc, à juste titre, considérer avec Legay (1986) : *"L'acceptation de la complexité est un des événements épistémologiques contemporains les plus essentiels."* et que l'approche systémique constitue bien un nouveau paradigme de la connaissance scientifique, dans la mesure où l'on juge de la valeur d'un paradigme à sa fécondité.

Bien entendu, ni les services agronomiques ni les recherches sur le développement rural n'ont échappé à ce changement de perspective, comme en témoigne le développement de recherches sur les systèmes de production agricole. Mais, paradoxalement, la transformation des contenus et modalités des formations agronomiques qui aurait dû en résulter a été longue à se manifester et reste encore très partielle.

Pourquoi un tel décalage ? C'est ce que nous tenterons d'analyser. Mais auparavant, il nous paraît utile de préciser pourquoi et comment l'approche systémique a progressivement pris place dans les préoccupations des agronomes.

Les raisons de l'intérêt porté à l'approche systémique et ses conséquences

L'intérêt porté par les agronomes *(senso latu)* à l'approche systémique, spécialement en ce qui concerne les pays en développement (PVD) s'explique par plusieurs raisons. Des raisons négatives d'abord, parmi lesquelles on peut citer :

- le faible taux d'adoption par les agriculteurs des PVD des recommandations de la recherche ;
- la persistance ou l'émergence de problèmes posés par le développement agricole qui ne sont pas ou peu abordés par les recherches traditionnelles classiques du fait de leur caractère sectoriel ;
- enfin, la faible efficacité de nombre de structures et projets de développement fondés sur des objectifs de productivité et des démarches essentiellement technicistes.

Il serait naïf de penser que les difficultés du développement agricole des PVD ne seraient dues qu'à des problèmes de démarche. On peut cependant penser qu'une démarche inadaptée peut y contribuer, comme de nombreux exemple nous l'ont montré (cf. les avatars de l'aménagement hydroagricole à l'Office du Niger au Mali).

Mais à côté de ces raisons négatives, il existe aussi des raisons positives qui plaident en faveur de l'approche systémique.

Il y a d'abord la prise de conscience que les réalités agricoles sont des réalités complexes, dont le fonctionnement résulte de l'interaction entre de nombreux facteurs, qu'il s'agisse d'un peuplement végétal cultivé, d'une exploitation ou du développement rural d'une petite région. L'article de P. Osty, *"L'exploitation agricole vue comme un système"*, exprime bien cette nécessité d'aborder de façon nouvelle des réalités fort anciennes comme le sont les exploitations agricoles. Ce changement de perspective dans l'étude des réalités agricoles s'est concrétisé, entre autres, par la prise en compte des interactions entre facteurs biotechniques et socioéconomiques.

Une autre raison qui a joué en faveur d'une approche plus intégrée des réalités agricoles, c'est la reconnaissance, y compris sur le plan scientifique, du paysan comme acteur et comme décideur. Cet acteur, singulièrement absent dans nombre de recherches agronomiques passées, est amené, dans la démarche systémique, à occuper une place centrale. Ce changement d'attitude résulte du constat qu'à travers l'utilisation de ressources rares la combinaison de différentes productions, leur transformation et leur commercialisation, l'agriculteur est fondamentalement un gestionnaire de systèmes complexes.

Enfin, on ne peut s'empêcher de penser que ce changement de méthode d'étude des réalités agraires s'inscrit dans l'évolution générale des sciences qui, après une phase d'identification et de description des phénomènes, passent par une phase d'analyse de leurs composantes pour parvenir ensuite à l'étude intégrée de leur fonctionnement. Si bien que, dans une certaine mesure, l'approche systémique peut apparaître, en matière de connaissance scientifique, comme un signe de modernité. Encore faut-il qu'elle fasse la preuve de son efficacité, ce qui est loin d'être acquis, comme nous le verrons par la suite.

Dans les domaines agronomique et du développement rural, l'intérêt porté à l'approche systémique, pour toutes les raisons que nous venons de signaler, s'est concrétisé par :

- la mise en place, dans les institutions de recherche de structures ou de programmes consacrés à l'étude et à l'amélioration des systèmes de production ;

- l'élaboration de nouvelles démarches de développement du milieu rural ;
- la création de réseaux nationaux ou internationaux tels que le réseau Recherche et Développement en France ou le RESPAO (Réseau d'étude des systèmes de production en Afrique de l'Ouest) en Afrique de l'Ouest ;
- enfin, par la création de nombreuses revues spécialisées, qui vont de la publication de recherches très spécialisées sur les systèmes de production aux revues d'information sur les expériences de recherche-développement.

Si ce foisonnement d'initiatives a eu des effets positifs en permettant des échanges d'expériences et une remise en cause de démarches devenues obsolètes, il a aussi contribué à donner l'impression d'une certaine confusion concernant aussi bien la terminologie et les concepts utilisés que les démarches recommandées. Cette confusion, si elle devait durer, pourrait donner d'excellents arguments à ceux qui contestent l'intérêt de ces recherches et démarches nouvelles et contribuer à terme à leur discrédit.

Par ailleurs, si nous voulons traduire en programme de formation et projet pédagogique cette nouvelle approche des réalités agraires, il est indispensable d'essayer de dissiper cette apparente confusion. Pour cela, il nous semble utile de poser deux questions, en partie complémentaires : l'approche systémique est-elle une science ? quel champ d'application lui assigne-t-on dans le domaine de la recherche agronomique et du développement rural ?

L'approche systémique est-elle une science ?

Certains le pensent, qui, comme Le Moigne, considèrent la systémique comme une méthodologie générale de l'étude de systèmes complexes. Elle aurait eu des précurseurs célèbres en la personne de Léonard de Vinci ou Paul Valéry mais n'aurait émergé comme discipline scientifique qu'à partir de 1945, grâce aux travaux de cybernéticiens comme Wiener, de structuralistes comme Piaget, de biologistes comme Bertalanffy et d'économistes comme Simon. Si l'on admet avec Weber que *"Ce ne sont pas les rapports réels entre les choses qui constituent le principe de délimitation des différents domaines scientifiques, mais les rapports conceptuels entre problèmes ; [que] ce n'est que là où l'on applique une méthode nouvelle à des problèmes nouveaux et où l'on découvre ainsi de nouvelles perspectives que naît une science nouvelle."*, on est alors en droit de penser que la sytémique, au sens où la définit Le Moigne, est effectivement une science nouvelle. Elle s'apparenterait à la logique en tant que science de la formalisation (modélisation, simulation) du fonctionnement des systèmes complexes et d'aide à la division, d'où son plaidoyer pour une "théorie du système général" sur laquelle serait fondée cette discipline nouvelle. Mais tout le monde ne partage pas ce point de vue, y compris, parmi les maîtres à penser de la systémique, B. Walliser, qui estime que *"Bien qu'apparentée à la fois à une science et à un art (au sens technique), l'approche systémique ne saurait s'y identifier. Elle n'est pas une science car elle ne recherche pas des éléments de description et d'explication des systèmes concrets logiquement et empiriquement fondés. Elle n'est pas un art car elle n'utilise pas de connaissances existantes pour construire des systèmes ou agir sur eux de façon cohérente et efficace."*

Pour notre part, nous pensons que l'application de cette approche au domaine de connaissance des agronomes ne peut se limiter à un simple exercice de formalisation, sans objets clairement identifiés. Avec J.-M. Legay (1986), nous croyons que la mise en œuvre de l'approche systémique nécessite de *"définir les systèmes sur lesquels nous allons travailler, démontrer leur existence, préciser leurs limites spatio-temporelles et leurs autres caractéristiques avant d'en étudier le fonctionnement"*. Cette exigence est d'autant plus nécessaire que le terme de système est un de ces mots passe-partout qui, dans le seul champ d'activité des agronomes, peut s'appliquer à des réalités fort diverses (systèmes de culture, de vulgarisation, de prix, systèmes fonciers, etc.).

Or, la définition d'objets d'étude est fondamentalement liée aux objectifs de connaissance que l'on se donne. La spécificité et, en même temps, la fonction sociale de l'agronome est d'étudier les modes d'exploitation agricole du milieu en vue de les améliorer. L'application de l'approche systémique à un tel objectif va donc l'amener à identifier différents niveaux d'organisation de ces modes d'exploitation du milieu suivant l'échelle à laquelle on se place ou le type de production auquel on s'intéresse.

C'est ainsi que les agronomes ont défini (cf. rapport de synthèse du Comité systèmes agraires établi par M. Mazoyer en 1985) les concepts systémiques qui correspondent à ces différents niveaux d'organisation que sont les systèmes de culture, d'élevage, les systèmes de production et les systèmes agraires. Ces systèmes sont, bien entendu, des systèmes ouverts dont le fonctionnement est en partie dépendant de leur environnement et donc des systèmes plus larges qui les englobent, d'où une forte interrelation entre ces différents systèmes agricoles. Le fonctionnement de ces systèmes est déterminé à la fois par des facteurs biologiques, techniques, économiques et sociaux, d'où le caractère nécessairement pluridisciplinaire de ce type d'approche des réalités agricoles.

Cette exigence de pluridisciplinarité, invariablement invoquée lorsqu'on parle d'approche systémique, nous conduit à faire deux observations. La première est que la contribution des différentes disciplines est variable suivant le type de système et les thèmes de recherche que l'on privilégie. Ainsi, la part des sciences sociales et des sciences techniques n'est pas la même suivant que l'on étudie le fonctionnement d'une parcelle ou celui d'un système agraire.

La seconde est que le milieu rural n'est pas seulement un espace de production. Il peut être étudié suivant d'autres points de vue (géographique, anthropologique) qui, à leur tour, vont donner lieu à la définition de concepts et de méthodes d'étude particuliers. L'agronome a intérêt à les connaître pour enrichir son analyse, mais il ne saurait, au risque de perdre sa spécificité, vouloir les confondre avec sa démarche propre.

Pour revenir sûr la question initiale concernant le statut de l'approche systémique, la définition d'objets d'étude particuliers et la mise au point de méthodes spécifiques peuvent plaider en faveur de l'émergence d'une discipline

scientifique nouvelle. Pour notre part, nous considérons que le débat sur ce point reste ouvert mais qu'il n'est peut-être pas essentiel, même si ses conséquences sur les plans institutionnel et organisationnel ne sont pas nulles. En revanche, ce qui nous paraît plus important, c'est d'évaluer la pertinence de l'approche systémique en examinant ses conséquences sur les recherches agronomiques et les modes d'intervention en milieu rural. Cette évaluation étant un des buts du symposium, nous nous limiterons à quelques réflexions sur ce sujet.

Quelques conséquences de l'approche systémique dans le domaine de la recherche agronomique et du développement rural

Sur le plan scientifique, l'approche systémique dans le domaine agronomique a permis de faire reconnaître comme légitimes des recherches sur les différents systèmes d'exploitation agricole du milieu, considérés dans leur globalité (Bonnemaire, 1993). Certains, comme les systèmes de culture, étaient connus depuis fort longtemps, mais avaient donné lieu jusqu'ici à des études essentiellement descriptives ou normatives. L'approche systémique a profondément renouvelé l'étude de ces systèmes au point d'en faire désormais un objet central des recherches des agronomes (Sebillotte, 1982). La même remarque peut être faite pour les systèmes d'élevage dont l'étude a permis aux sciences des productions animales d'être bien plus qu'une simple zootechnie (Lhoste, 1984).

L'analyse des exploitations agricoles en tant que systèmes a montré que celles-ci ne pouvaient être assimilées à de simples entreprises dont le fonctionnement serait essentiellement régi par des règles économiques, mais qu'il fallait introduire, dans cette analyse, la notion de projet (Brossier 1977). Cette réflexion rejoint celle des biologistes sur le caractère téléonomique des systèmes biologiques (Monod 1970).

Enfin, l'emprunt récent aux géographes du concept de système agraire a fourni aux agronomes un instrument d'étude remarquable pour rendre compte de la diversité et de la dynamique des modes d'exploitation du milieu à l'échelle régionale (Jouve, 1988). Ce concept, qui privilégie les sociétés rurales comme acteur, est un outil particulièrement adapté pour raisonner les stratégies de développement à proposer à ces sociétés.

Autre conséquence importante de l'application de l'approche systémique à l'étude du milieu rural, l'intérêt porté aux pratiques des agriculteurs, dont l'étude est à la base de la compréhension des logiques de fonctionnement des systèmes agricoles. Cette prise en compte du rôle des acteurs constitue un changement important dans la façon dont les agronomes étudient les processus techniques de production, comme l'ont clairement montré Landais et Deffontaines dans leur article : *"Les pratiques des agriculteurs. Point de vue sur un courant nouveau de la recherche agronomique"* (1988).

L'analyse de ces pratiques a logiquement conduit à étudier les modalités de prise de décision par les agriculteurs, en particulier les écarts entre leurs actes et leurs projets. Cette étude des décisions représente actuellement un champ de recherche très actif au sein de l'INRA-SAD (Papy, 1993). Il est intéressant de noter que cette recherche, par son souci de modélisation, rejoint, dans son orientation et sa méthode, celle d'un certain nombre de précurseurs de l'analyse des systèmes, cybernéticiens ou spécialistes de la théorie de l'information.

Ces différentes conséquences nous conduisent à penser que, de même que le microscope a transformé les recherches en biologie au point de donner naissance à des disciplines nouvelles, de même l'approche systémique, en fournissant un ensemble de concepts et de méthodes que Joël de Rosnay a regroupés sous le nom de macroscope, est en train de modifier profondément notre vision et nos capacités d'analyse du milieu rural et de ses modes d'exploitation agricole.

Sur le plan de l'action et du développement rural, on a vu que l'approche systémique, en favorisant des démarches itératives et participatives, a conduit à remettre en cause les méthodes traditionnelles d'intervention en milieu rural (M. Mercoiret, 1992). C'est ainsi que, dans les PVD, les projets classiques avec plans d'opération préétablis ont tendance à être remplacés par des projets dits ouverts, prenant plus en compte la diversité des situations agricoles et les capacités d'initiative des agriculteurs.

Mais la manifestation la plus spectaculaire du renouvellement des modes d'intervention en milieu rural consécutive aux recherches sur les systèmes de production est la multiplication des méthodes de développement participatif. Chaque grande institution de recherche pour le développement, chaque agence de coopération, propose la sienne, plus ou moins labellisée (recherche-développement, RD, pour les institutions françaises ; *Diagnostic and Design*, DD, pour l'ICRAF — *International Council for Research in Agroforestry* — ; Méthode accélérée de recherche participative, MARP, pour l'IIED — *International Institute for Environment and Development* — ; Développement rural régional, DRR, pour la GTZ — *Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit* —, etc.).

Cette multiplication de méthodes, qui s'apparentent parfois à des recettes dont le dogmatisme n'est pas toujours absent, peut être source de confusion dans l'esprit des opérateurs de développement des PVD, à qui elles sont destinées. Par ailleurs, le prosélytisme auquel elles donnent lieu ne peut manquer de faire penser aux anciennes compétitions entre puissances coloniales ou aux luttes d'influence entre organisation religieuses.

Après ce rapide examen de l'intérêt et des conséquences de l'approche systémique dans le domaine agricole, examinons maintenant les causes du décalage entre l'usage croissant de l'approche systémique dans la recherche et le développement et sa place encore modeste dans les cursus de formation des agronomes.

Les obstacles à l'introduction de l'approche systémique dans la formation

Le premier de ces obstacles, le plus manifeste, est l'organisation disciplinaire des structures et des programmes, qui

prévaut dans la plupart des institutions. Une telle organisation est évidemment peu propice à l'approche systémique et à la pluridisciplinarité.

Néanmoins, les systèmes de production agricole, étant devenus des réalités scientifiques difficilement contournables, sont finalement apparus dans les formations. Mais les enseignements qui les concernent sont le plus souvent répartis entre départements disciplinaires en fonction de la prédominance de telle ou telle discipline dans l'analyse de ces systèmes. C'est ainsi que les systèmes de culture sont l'apanage des agronomes ; les systèmes d'élevage, celui des zootechniciens ; les systèmes de production, celui des économistes ; les systèmes agraires, celui des socioéconomistes. Une telle répartition n'est pas aberrante en soi, mais elle conduit dans bien des cas à privilégier une approche sectorielle d'objets par définition pluridisciplinaires. Et lorsque l'étude de leur fonctionnement intéresse nécessairement plusieurs disciplines, comme c'est le cas pour les systèmes de production, celle-ci suscite plus d'opposition que de coopération pluridisciplinaire.

Les seules activités pédagogiques qui, dans les systèmes de formation traditionnels, peuvent permettre cette coopération disciplinaire, sont les stages de terrain. L'expérience de l'Institut agronomique et vétérinaire Hassan II au Maroc témoigne de la formidable opportunité que ces stages peuvent représenter pour appréhender de façon pluridisciplinaire les réalités agraires (Casas J., Baeza J., 1980). Encore faut-il que les stages ne soient pas conçus comme de super T.P. où les enseignants n'ont comme objectif que de voir les étudiants mettre en pratique, de façon séquentielle, les enseignements disciplinaires qu'ils ont reçus en cours. Par ailleurs, il est bien difficile d'appliquer l'approche systémique sur le terrain, si les outils et méthodes propres à cette approche n'ont pas été enseignés au préalable.

Il s'avère que ce sont les institutions d'enseignement où la structuration par département disciplinaire cède le pas à des programmes de formation par objectif qui sont les plus aptes à intégrer l'approche systémique dans leur cursus de formation. Ainsi, le CNEARC, qui n'est pas structuré en départements disciplinaires, et certains CRESA (Centres régionaux d'enseignement spécialisé en agriculture, formation de troisième cycle en cours de mise en place en Afrique) illustrent assez bien cet avantage que représentent des structures de formation ouvertes, où le projet pédagogique global prime sur la propension naturelle de chaque discipline à revendiquer la plus grande part possible du temps de formation.

A côté de ces obstacles institutionnels, l'introduction de l'approche systémique dans la formation rencontre des résistances plus fondamentales, qui mettent en cause sa crédibilité scientifique et qui posent des problèmes épistémologiques qu'on ne peut escamoter.

La première résistance trouve son origine dans la difficulté à accepter le principe holistique de l'approche systémique alors que l'essentiel des acquis de la science, et de ce qui est donc enseigné, résulte d'une démarche analytique, dont le principe de base est de nature réductionniste, suivant en cela la recommandation de Descartes de *"diviser chacune des difficultés que j'examinerais en autant de parcelles qu'il se pourrait et qu'il serait requis pour les mieux résoudre"*. Cette approche réductionniste et mécaniste de la réalité, qui postule que le tout peut être expliqué par la connaissance des parties élémentaires qui le constituent, a généré de nombreuses et fructueuses recherches, en biologie et en chimie notamment. Il en a résulté dans certaines instances universitaires : hors des recherches moléculaires, c'est-à-dire fondées sur la segmentation de plus en plus poussée des phénomènes étudiés en unités élémentaires, point de salut.

Mais ces instances ne sont-elles pas en retard d'une guerre ou d'une révolution épistémologique par rapport à l'évolution des sciences ? C'est ce que l'on est tenté de penser quand on voit des chercheurs aussi prestigieux que J. Monod ou J.N. Lehn, parfaitement rompus à l'approche analytique, à laquelle ils doivent en partie leur prix Nobel respectif, plaider en faveur de l'approche systémique. Ainsi, Lehn, parlant de l'évolution de ses recherches, déclare : *"En fait, le passage de la chimie moléculaire à la chimie supramoléculaire que nous pratiquons maintenant correspond un peu au passage d'un intérêt pour les structures et les propriétés vers une approche différente, qui porte plutôt sur les systèmes et les fonctions. On s'efforce avant tout de contrôler les façons dont les molécules interagissent les unes avec les autres, se transforment, s'accrochent, se reconnaissent et peuvent ainsi donner lieu à un certain nombre de fonctions isolées... Encore une fois, cela montre comment un système moléculaire extrêmement complexe peut donner lieu à un certain nombre d'effets qui, initialement, ne sont pas contenus dans le système."*

En fait, une des résistances à la reconnaissance universitaire des approches et recherches systémiques tient au refus, manifesté explicitement ou implicitement par les choix des programmes de formation et projets de recherche, de penser la complexité, de reconnaître que le tout est plus que les parties, que de l'organisation croissante peuvent naître des propriétés émergentes, que les lois d'organisation des systèmes complexes ne peuvent se trouver exclusivement dans l'analyse de leurs constituants élémentaires, bref du paradigme systémique.

La deuxième objection souvent faite à la crédibilité scientifique de l'approche systémique concerne l'administration de la preuve. Dans les recherches analytiques classiques, notamment dans les sciences expérimentales comme la biologie ou l'agronomie, la validation des résultats se fonde sur la mise en évidence de la causalité des phénomènes étudiés. Celle-ci est habituellement recherchée par l'expérimentation, toutes choses égales par ailleurs, de différents traitements comparant l'action de facteurs analytiques dont les combinaisons sont rapidement limitées par les possibilités des dispositifs expérimentaux. Dans le domaine des sciences agronomiques, ce type de recherche et de validation est devenu à tel point la norme que celui qui s'y soustrait a de grandes difficultés à faire accepter ses travaux pour publication dans les revues de référence de sa discipline.

Or, les résultats des recherches de type systémique se valident sur un autre registre. Faute de place pour détailler ce point important, nous dirons simplement que la validation principale de ces recherches est fondée plutôt sur la cohérence que sur la causalité. Comme le dit Legay : *"Dans l'étude des systèmes complexes, le progrès de nos connais-*

sances n'est pas le fait d'évidences successives, mais de cohérences entre ensembles de résultats d'origines différentes."

La validation de recherches portant sur l'étude de systèmes dont le fonctionnement résulte d'interactions entre facteurs de nature diverse (physique, biologique, socioéconomique) endogènes et exogènes ne peut résulter de la mesure de l'effet de tel ou tel facteur ou groupe de facteurs, comme c'est le cas pour les recherches analytiques. A la validation par la causalité de facteurs particuliers, l'approche systémique privilégie la validation par la compréhension du fonctionnement des phénomènes étudiés ; au pourquoi, elle préfère le comment. Bien que causalité et compréhension du sens puissent être complémentaires, le changement de repères et de méthode dans la validation des résultats, qu'entraîne l'approche systémique, est loin d'être anodin. Il révèle en effet une modification importante de la nature même des objets d'étude. Alors que, dans l'approche analytique expérimentale, ceux-ci étaient construits par le chercheur lui-même et donc reproductibles au même titre que ses résultats, ce qui en permettait la vérification et la validation par la communauté scientifique, dans l'approche systémique, les objets d'étude que sont les systèmes complexes, système de production ou système de culture par exemple pour les agronomes, sont à la fois singuliers et dynamiques, donc non reproductibles. Ce changement d'objets et donc d'objectif fait que les méthodes d'étude des systèmes complexes s'apparentent plus à celles des sciences aux objets non reproductibles comme les sciences sociales qu'aux sciences expérimentales. Changement de perpective bien difficile à accepter pour les tenants de l'orthodoxie des recherches agronomiques.

La troisième source de difficultés à l'introduction de l'approche systémique dans les formations agronomiques est l'ambiguïté de son statut et de ses rapports avec les disciplines scientifiques traditionnelles. Soit on la considère comme une métascience, une science de synthèse des connaissances fournies par les disciplines analytiques et on va craindre alors de lui voir tenir une position hégémonique ; soit on la considère comme un langage, un outil de représentation et de modélisation de la réalité, nécessaire à la formation des étudiants au même titre que l'apprentissage d'une langue étrangère ou de l'informatique.

Entre métascience et discipline auxiliaire, le statut de l'approche systémique est effectivement ambigu, d'autant que, comme nous l'avons vu précédemment, sa reconnaissance comme discipline scientifique autonome est loin de faire l'unanimité.

Par ailleurs, il est reproché à l'approche systémique d'avoir peu contribué à l'avancée des connaissances scientifiques, à la différence des disciplines spécialisées. Ceux qui dénigrent cette approche ne manquent pas de faire remarquer qu'elle a produit, jusqu'ici, plus de discours que de connaissances. Cela est en partie vrai. Encore faut-il s'entendre sur ce que l'on considère comme une production de connaissances et, peut-être, revenir à la distinction que faisait Kant entre la production de savoirs sur les phénomènes du monde sensible et les connaissances qui servent à diriger l'entendement à fournir les concepts pour vérifier et synthétiser des connaissances particulières. Incontestablement l'approche systémique est du deuxième type. A ce titre, elle peut jouer un rôle très utile vis-à-vis des autres disciplines en même temps que les apports de celles-ci sont indispensables à l'étude du fonctionnement des objets d'étude que l'approche systémique a permis d'identifier.

Enfin, une autre objection couramment faite à l'approche systémique est qu'elle relèverait des sciences molles par opposition aux sciences exactes considérées, elles, comme sciences dures. On retrouve là la vieille affirmation que "seul serait scientifique ce qui est mesurable".

On a déjà vu pourquoi la validation des recherches systémiques était moins inféodée que les recherches expérimentales à la quantification. Il n'en reste pas moins que, pour crédibiliser l'approche systémique vis-à-vis de la communauté scientifique, de nombreuses recherches ont été faites sur la quantification du fonctionnement des systèmes complexes, la principale difficulté rencontrée dans ce domaine étant de faire en sorte que cette quantification n'entraîne pas la perte des attributs essentiels des systèmes que sont leur complexité et leur dynamique.

Cela nous amène à parler de la modélisation, qui, tout en étant un exercice nécessaire et obligé pour rendre compte du fonctionnement d'ensembles complexes, participe aussi de cette volonté de donner une plus grande crédibilité scientifique à l'analyse de systèmes. Cette recherche de formalisation, parfaitement légitime, que constitue la modélisation, pose cependant un certain nombre de problèmes, qui ne sont pas sans conséquences sur la formation à l'approche systémique.

On peut tout d'abord se demander si le spectaculaire développement des recherches de modélisation que l'on constate aussi bien dans les sciences biologiques, sociales ou économiques et qui mobilise une grande partie du temps et de l'énergie de beaucoup de chercheurs n'est pas dû à une certaine fascination vis-à-vis de l'ordinateur et de sa puissance de calcul. Cette fascination peut entraîner des effets pervers : démission intellectuelle devant l'instrument, conception du modèle comme une fin et non comme un moyen, ce qui favoriserait une certaine fuite du réel, particulièrement dommageable pour l'étude des systèmes agricoles.

Une autre question importante concerne l'opérationnalité des modèles. Celle-ci est menacée par deux écueils : une sophistication trop grande des modèles rendrait ceux-ci inutilisables (leur élaboration participant à ce que von Neumann appelle la science baroque) tandis qu'une simplification excessive les rendrait opératoires mais leur retirerait tout intérêt heuristique.

Par ailleurs, on ne peut s'empêcher de le constater : dans le domaine des systèmes agricoles, la plupart des modèles censés fournir une aide à la décision sont la plupart du temps en phase de mise au point ; lorsqu'ils parviennent au stade opérationnel, une nouvelle méthode de formalisation logico-mathématique apparaît, qui rend obsolètes les recherches antérieures, apparentant la modélisation systémique au mythe de Sisyphe. Mais, là comme ailleurs, la critique est aisée et l'art difficile. La modélisation systémique est peut-être simplement victime de maladies de jeunesse.

Pour notre part, nous pensons que, si les modèles quantitatifs ont l'avantage d'être prédictifs, ce qui constitue incon-

testablement un gage de scientificité, ils sont peu adaptés pour rendre compte du fonctionnement global et surtout de la dynamique de systèmes complexes comme le sont les systèmes d'exploitation agricole du milieu. Pour cela, les modèles cognitifs qui, à partir d'une structure générale, font surtout appel à l'intelligence de l'analyste (le cerveau humain restant, en la matière, l'ordinateur le plus performant) sont des outils de première importance pour l'étude globale de ces systèmes. En revanche, les modèles quantitatifs, partiels, qu'il s'agisse de modèles de bilan hydrique, de bilan fourrager ou de calcul économique, fournissent des bases objectives très utiles pour évaluer certaines parties du fonctionnement des systèmes agricoles et ainsi compléter et étayer les modèles cognitifs globaux.

Conclusion

En dépit des obstacles et résistances que rencontre l'approche systémique dans les programmes de formation des institutions agronomiques, sa prise en compte peut leur être extrêmement bénéfique, ne serait-ce-qu'en réduisant les risques de balkanisation des connaissances et la propension à l'encyclopédisme qui les menacent en permanence. En définitive, si l'approche systémique n'est pas une discipline et encore moins une théorie, elle est en revanche un formidable moyen de formation de l'esprit, qui peut permettre de faire acquérir aux étudiants des capacités essentielles pour l'exercice futur de leur métier au service du développement rural, capacités :

- d'appréhender la complexité des milieux et des sociétés rurales, de leurs pratiques et de leur organisation en évitant toute vision simplificatrice ou dogmatique de la diversité du réel ;
- de synthétiser les données provenant d'analyses sectorielles et de conjuguer les apports des sciences physiques, biologiques, techniques et sociales ;
- d'appréhender les réalités agraires de façon dynamique en tenant compte du poids de l'histoire et en sachant déceler les enjeux qui orientent l'avenir ;
- de reconnaître les rôles respectifs des différents acteurs du développement et spécialement des agriculteurs, en sachant comprendre et analyser leurs décisions afin de leur proposer des alternatives adaptées à leur situation et leurs projets.

Références bibliographiques

Bonnemaire J., 1993. Une expérience française de création d'une structure de recherche sur les systèmes agraires et le développement - Com. First European Convention on Farming Systems Research/Extension, 6-9/10/1993, Edinburgh

Brossier J., Petit M., 1977. Pour une typologie des exploitations agricoles fondées sur les projets et les situations des agriculteurs. Economie rurale, 122 : 31 - 40

Casas J., Baeza J. 1980. *L'Institut agronomique et vétérinaire Hassan II ou les promesses de la pédagogie du réel.* OAA - FAO, 105 p.

Chambers R., 1990. *Développement rural. La pauvreté cachée.* Paris, Karthala, 375 p.

Jouve P., 1985. Pratiques et projets pédagogiques face à la diversité des situations agricoles dans le tiers monde. Com. colloque Enseignements agricoles et formation des ruraux, Paris, UNESCO, janvier 1985.

Jouve P., Mercoiret M.R., 1987. La recherche-développement : une démarche pour mettre les recherches sur les systèmes de production au service du développement rural. Les Cahiers de la Recherche Développement, 16 : 8 - 13

Jouve P.; 1988. Réflexions sur la spécificité et l'utilité de la notion de système agraire. Les Cahiers de la Recherche Développement, 20 : 516

Landais E., Deffontaines J.P., 1988. Les pratiques des agriculteurs. Point de vue sur un courant nouveau de la recherche agronomique.Etudes rurales, janv. mars. 1988, 109 : 125 - 158.

Lapierre J.W., 1992. *L'analyse de systèmes. L'application aux sciences sociales.* Paris, Syros, 229 p.

Legay J.M., 1986. Méthodes et modèles dans l'étude des systèmes complexes. Les Cahiers de la Recherche Développement, 11 : 1 - 6

Lhoste P., 1984. Le diagnostic sur le système d'élevage. Les Cahiers de la Recherche Développement, 3-4 : 84 - 88

Le Moigne J.C., 1983. *La théorie du système général. Théorie de la modélisation.* Paris, PUF.

Mazoyer M., 1985. Rapport de synthèse du comité systèmes agraires. Ministère de la Recherche et de la Technologie, Paris, 16 p.

Mercoiret M. 1992 *Les interventions en milieu rural. Principes et approche méthodologique.* Paris, Ministère de la Coopération et du Développement, 198 p.

Monod J., 1977. *Le Hasard et la Nécessité.* Paris, Seuil.

Morin E., 1991. *La Méthode ; 1 : La nature de la nature (1977) ; 2 : La vie de la vie (1983) ; 3 : La connaissance de la connaissance (1986) ; 4 : Les idées, leur habitat, leur vie, leurs mœurs, leurs organisations.* Paris, Le Seuil.

Osty P.L., 1978. L'exploitation agricole vue comme un système. Diffusion de l'innovation et contribution au développement. Bull. techn. ing. min. agric., 326 : 43-49.

Papy F., 1993. Savoir pratique sur les systèmes techniques et aide à la décision. Com. First European Convention on Farming Systems Research/Extension, 6-9/10/1993, Edinburgh.

Sebillotte M., 1982. Les systèmes de culture. Réflexions sur l'intérêt et l'emploi de cette notion à partir de l'expérience acquise en région de grande culture. Sem. Dt Agro, INRA, Vichy, 16-18 mars 1982, 10 p.

Téniere - Buchot P. F, 1979. Sur l'analyse de système, Futuribles, 42 - 52, 20 p.

Walliser B.,1977. *Systèmes et Modèles.* Le Seuil, 1977.

Weber M., 1965. *Essais sur la théorie de la science.* Plon, Paris, 1965.

Challenge and Change in Curriculum for Systems Agriculturalists: A System's Response to a Changing Environment

Roberts RJ

School of Agriculture and Rural Development, University of Western Sydney, Hawkesbury, Richmond, Australia 2753

Abstract

The School of Agriculture and Rural Development, University of Western Sydney, Hawkesbury, Australia, offers a family of courses under the generic name of systems agriculture. The decision in the late 1970s to create a new educational paradigm based on a rather radical perception of agriculture and the preparation of graduates to engage with it, was revolutionary. Its subsequent development was accomplished through an action research approach involving recursive, internal, critical reflection and planned action. Over the past 5 years, significant environmental changes of both an internal and external nature have resulted in the undergraduate programs, in particular, being placed under substantial pressure for changes to be made. Coinciding with this situation was the institutional requirement to review courses at 5-year intervals. The review process was synthesized from adult-learning theory and soft-systems thinking. The process was consistent with a situation-improving approach developed previously as part of systems agriculture. The inquiry revealed issues that were both philosophical and pragmatic and which were the subject of critical discourse by interest groups. A conceptual model of a framework for courses on systems agriculture proved useful in consolidating the fundamental uniqueness and integrity of the educational paradigm. At the same time, the curricula were transformed sufficiently to address issues of resource implications impacting on their sustainability in practice.

Key words

Systems agriculture, Hawkesbury approach, education, autonomy, experiential learning, praxis, holistic, soft systems.

Résumé

Défis et changements dans les programmes de formation à l'approche système des ingénieurs agronomes : une réponse systémique à un environnement en évolution.

L'école d'agriculture et de développement rural de l'Université de Western Sydney, Hawkesbury, Australie, dispense une série de cours sous le nom générique d'agriculture systémique. A la fin des années 70, la décision de créer un nouveau modèle de formation basé sur une perception assez radicale de l'agriculture pour la préparation d'étudiants était révolutionnaire. Ce type de formation a été développé à partir d'une activité de recherche qui impliquait une réflexion interne critique et périodique, ainsi qu'une action planifiée. Avec les importants changements, de nature interne et externe, qui ont eu lieu ces cinq dernières années dans l'environnement, les programmes de formation ont été orientés sur les transformations à apporter. Parallèlement, les institutions ont demandé de remettre les cours en question tous les cinq ans. Ce processus de révision s'est inspiré d'une théorie sur la formation des adultes et d'un système de pensée floue. Il était en accord avec une approche visant à l'amélioration de la situation préalablement développée comme partie intégrante de l'agriculture systémique. L'enquête a mis en évidence certains aspects à la fois philosophiques et pragmatiques qui ont fait l'objet d'un approfondissement critique par les groupes intéressés. Un modèle conceptuel pour des cours sur l'agriculture systémique s'est avéré utile pour la consolidation de l'unicité et l'intégrité fondamentale du modèle de formation. Parallèlement, les programmes de formation ont subi des modifications suffisantes pour aborder les problèmes d'implication en termes d'environnement ayant, dans la pratique, une incidence sur leur durabilité.

Introduction

Concerns have been expressed by a number of interested practitioners (Chambers 1983; Bonnen 1983; Coombs, Ahmed 1974) that agricultural educators are failing to

respond adequately to a changing reality in both developed and developing countries.

Not infrequently, if curriculum revision is conducted, it is either from a somewhat limited perspective, or its authors are slow to recognize and adjust to changing needs within existing paradigms. Notable among the criticisms is the failure of tertiary institutions to look much beyond techno-scientific agricultural production and to consider a broader people-centered rural development perspective. Critiques of farming systems research and extension practices in rural development, together with growing concern for ecologically sustainable development, have not had the essential influence on many agriculture courses that these issues warrant.

In the late 1970s, the School of Agriculture, Hawkesbury Agricultural College, Richmond, Australia, undertook a radical review of its six-semester Diploma of Applied Science (Agriculture) curriculum. It reflected critically on the recognition of a changing agricultural reality worldwide and on concerns about discipline-based curricula, rapidly expanding knowledge bases, and appropriate learning to educate agriculturalists with relevant competencies in an increasingly complex and changing agriculture. The result, what has become known internationally as the 'Hawkesbury Approach', embraced an agricultural education paradigm arising from the integration of experiential learning and systemic thinking to inform practice in the issues that represent agriculture and rural development as the complex interaction between biophysical and socioeconomic environments. The outcome was a seven-semester (since reduced to six semesters) Bachelor course in systems agriculture, which acknowledged that a different and arguably valid view of future agriculture demanded practitioners with different abilities who had been educated accordingly. Those abilities were described as systems agriculture, autonomous learning, and effective communication.

The period up to the mid 1980s was challenging, turbulent, and exciting, and was characterized by rapid curriculum development and adjustment. It was necessary to learn experientially how to make such a different approach become a course reality. The philosophy underpinning this radical change, which remains equally so today, has been well documented and its curriculum adequately argued and described (Bawden, Macadam 1988; Packham et al 1989). The paradigm has subsequently been used to inform curricula for the growing family of courses offered at undergraduate and postgraduate levels. Systemic with these changes, the activities involved in the curriculum brought under review organizational structure within the School (Macadam, Packham 1989) and the role of the 'teaching farms' (Ison et al 1988).

The issues now facing the systems agriculture curricula were identified as those embedded in epistemological and paradigm challenges together with the ability to resource the processes effectively and efficiently in a sustainable way. Since 1989, substantial external and internal perturbations have highlighted a changing environment of education within the School. At the same time, the agricultural situation has largely supported the predictions about the complexity of rural development and the search for sustainability of farming systems.

The Changed Environment

Restructuring of tertiary education provision in Australia to a university-only model, and changing national economic strategies, have placed considerable financial pressures on institutions. This has been particularly problematic for the new universities, which had a tradition of being oriented primarily towards teaching. Hawkesbury's admission as a federated university member has placed new profile expectations on academics as their roles expand to include more funded research, a full range of postgraduate programs, and community-based activities in circumstances of reduced real-term budgets. Within-university restructuring, including new appointments, has highlighted expanding and different academic backgrounds. An increase in the number of academics whose epistemologies and educating paradigms are not necessarily congruent with the Hawkesbury approach for agriculture contribute to unease about future directions of systems agriculture curricula. The outcome of this changing environment is placing strongly student-centered courses and their curricula under considerable pressure and threatens their sustainability.

There is an institutional requirement to review courses formally and to present plans for presentation at 5-year intervals. In 1994, undergraduate and graduate diploma courses in systems agriculture were reviewed. This requirement provided an opportunity to address the issues being experienced by the School of Agriculture and Rural Development in its delivery of these distinctly unique courses.

The Review Process

A multidisciplinary staff team was established to coordinate the research. The inquiry process has been a participatory one with all staff and other relevant personnel having the opportunity to make both formal and informal inputs, and with ongoing critical discourse. The review process was modelled along similar lines to that of the prevailing paradigm that underpins the Hawkesbury approach. Its similarity to the soft-systems methodology (SSM) espoused by Checkland and Scholes (1990), and its action research approach are acknowledged. The process is also strongly informed by the experiential learning cycle of Kolb (1984). Checkland's SSM and Kolb's analysis of the way adults learn have been synthesized to form what has become a powerful systemic learning process for improving problematic situations having their roots in purposeful human endeavor. In a metacyclical flow, perceived reality is collaboratively and holistically explored and recorded as representations of the situation. Analysis of what exists, as a meaning making process, and which uses amongst others systemic and critical thinking, enables new understandings to be developed. This new conceptual knowledge of the situation is transformed to determine and test strategic, allocative, and operational plans of action for improvement in the situation. Each stage is a conscious act and the degree of collaboration and participation involved in each may vary. It is considered that the greater the participation of the stakeholders in accommodating the range of purpose-

ful appreciations, the greater is the likelihood of enhancement of consensus of improving actions. On the other hand, such a participatory strategy is more challenging to facilitate and invariably is more time-consuming, particularly when large group sizes are involved. Its benefits may therefore be questionable in situations of highly active dynamics.

This approach to situation improving characterizes a useful process of creating new knowledge to inform new actions: a methodological approach to managing uncertainty.

Review Outcomes

From the initial stages of the review—the exploration and analysis—a framework for system agriculture courses was prepared and circulated as a discussion paper (Woodhill 1993). The conceptual model (Figure 1) was suggested to be central for all courses and years offered by the School of Agriculture and Rural Development. The precise "combination, emphasis and depth of particular areas varies" with course levels and their duration. Woodhill rightly indicated that arising from the described environmental situation, "there are philosophical and pragmatic perspectives to deal with" and that "challenge will be in how we integrate these."

Woodhill's model is a three-level hierarchy having praxis at its foundation. Praxis is summarized as a "flux between theory and practice where that flux is mediated by quality" (Woodhill 1993) and by ethics. In action, this concept might be ascribed to the critically reflective practitioner and be worthy of application well beyond agricultural contexts. In systems agriculture, such a disposition, would develop required level-two core areas of competency largely based

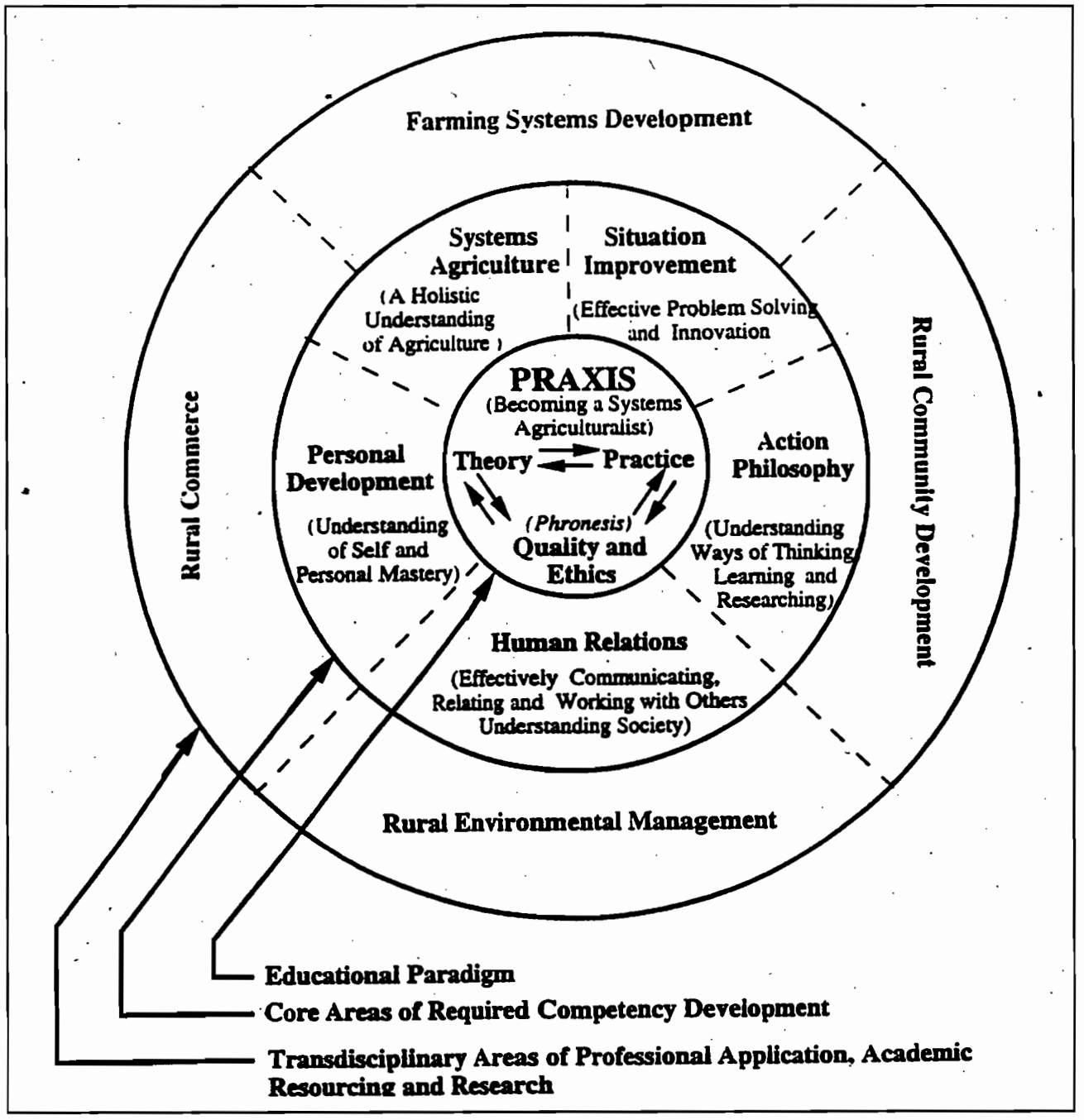


Figure 1. Framework for systems agriculture courses, Hawkesbury School of Agriculture and Rural Development, Australia (Woodhill 1993).

on pre-existing notions of systems agriculture, autonomous learning, and effective communication.

These represent ways of acting informed by relevant frames of reference for designing effective action for individual purposeful, intellectual, social, and agricultural contexts. General agreement about level two contributed much to resolution of the philosophical perspective except, perhaps, for the issue of autonomy.

Without the energetic and vital ambience that autonomous experiential learning provides for both students and staff and many of the community participants, much of the uniqueness, discovery and *raison d'être* is seriously diminished. There is the risk that, because over the past 15 years, knowledge of what a systems agriculturalist is and of what theoretical foundations are required to become one have improved, the course, in adapting to the tightening resource base, could become too prescriptive and could be taught in a pedagogic mode. Whilst such a strategy might be seen to overcome much of the resource-based issues, because it is less resource intensive to teach in large groups than to facilitate personalized experiential learning for praxis, the uniqueness and quality issues remained subject to critical debate.

Woodhill's third level is represented as transdisciplinary areas of professional application, academic resourcing and research. These are identified as rural community development, farming systems development, rural commerce, and rural environment management. According to Woodhill, these transdisciplinary areas accommodate the emerging "interest, expertise and research initiatives of staff and career directions and employment patterns of students. Each is open to new ways of knowing and acting, which the Hawkesbury approach, expressed through the core competencies, has developed for systems agriculturalists."

The proposal was that, through the level-three structure, frames of propositional reference as 'subjects' could be presented to students in such a way that the necessary dialectic relationship to experiential knowledge for the development of quality praxis is provided. This is perceived as a way in which critiques of each student's theoretical knowledge and analytical skills can be addressed. Preparation of appropriate learning materials consistent with the autonomous learning process is the responsibility of academic staff.

Provided that impermeable boundaries between these domains are not constructed, a systemic organization should enable many of the resourcing difficulties to be overcome. A number of the disciplinary components utilized in the domains will be commonly and relevantly shared, even though the contexts differ in degree. Context-specific application will use interest groups, membership of which will be open, and span undergraduate and coursework postgraduate students. There will be significant focus on both theoretical frameworks and shared experiences of action with a strong sense of autonomous learning as the dominant process.

The changes will mostly be structural to organize more formally the development of theoretical frameworks and praxis relative to levels two and three. Students will still be responsible for managing their own development, but within more defined boundaries and with clearer guidelines. This is expected to contribute to relaxation of concern expressed about the quality of the course content in terms of a shortfall of propositional knowledge accessed and acquired by students.

Through improved allocation of academic and other staff to relevant responsibilities, it has been necessary to take into account how much time faculty has for 'teaching' and how much time should be allocated to specific curricular and other activities collectively and individually. This has helped to allay equity issues.

The decisions for change in response to the environmental perturbations have not unduly compromised the educational paradigm. In fact it has been further clarified and confirmed. The model does not indicate stages of development within students, or how the curricula will be developed. However, from entry, students' learning experiences need to facilitate the notion of becoming a systems agriculturalist by practicing being one, and be consistent with praxis and its development. The initial context to provide the experiences as practice together with critical reflection will be farm based in the case of undergraduates. Subsequent praxis development will be through greater autonomy in selecting context and experiences within the level-three structure. For the majority of postgraduates, career and role-based contexts will apply from entry.

Summary

The initial stages of the systemic inquiry explored the nature of the issue creating a comprehensive representation of the prevailing situation. It included a number of observed characteristics from both historical and current perspectives and recorded perceptions of the circumstances that were influencing the environment in which systems agriculture was being conducted at the University of Western Sydney, Hawkesbury.

From the richness of this holistic view, critical elements were identified and constructed in such a way that it was possible to represent them as a conceptual model of a relevant perspective for critical debate. That debate provided the stakeholders with a greater clarity and unity of perception, which informed decisions subsequently regarded as appropriate to improving the situation.

The methodology, informed by both soft-systems concepts and by experiential-learning theory for adaptive human behavior, has proved to be a useful means of managing both the challenge and the change.

The process of inquiry and the resulting changes in response to the sustained environmental pressure have had two major beneficial outcomes:

- (a) The educational paradigm and the Hawkesbury approach as systems agriculture has not been unduly compromised. The review has served to further clarify and confirm its fundamental worth and the retention of the critical elements of praxis and core competencies.
- (b) The curricula and syllabus restructuring will enable a strengthening of the frames of theoretical concepts through a more structured subject content and in a form that is perceived as being more time efficient. This will

improve the relationship between the amount and allocation of resources available to faculty to conduct the courses. Whilst some of the freedom currently prevailing for both staff and students will be restricted, it has been argued that there has been insufficient accountability and that change was valid.

At a different level, the review has managed one challenge and provided, not so much a conclusion, but a critically important new beginning. Its outcome provides a new challenge to our abilities and ongoing praxis development as systems agriculturalists and their educators.

References

Bawden RJ, Macadam RD. 1988. Towards a university for people-centred development: a case history of reform. Paper prepared for Winrock International. Richmond, Australia: Hawkesbury Agricultural College. 21 pp.

Bonnen JJ. 1983. Historical sources of US agriculture productivity implications for R&D policy, and social science research. American Journal of Agriculture Economics 65:958–966.

Checkland PB, Scholes J. 1990. Soft systems methodology in action. Chichester, UK: John Wiley & Sons Inc. 329 pp.

Chambers R. 1983. Rural development: putting the last first. New York, USA: Longman Scientific and Technical. 246 pp.

Coombes P, Ahmed M. 1974. Attacking rural poverty: how non-formal education can help. Baltimore, MD, USA: John Hopkins University Press.

Ison RL, Packham RG, Roberts RJ. 1988. Soft systems methodology for action research: the role of a college farm in an agricultural education institution. Agric. Admin. and Extension 30:109–126.

Kolb DA. 1984. Experiential learning: experience as the source of learning and development. Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice Hall Inc. 241 pp.

Macadam RD, Packham RG. 1989. Restructuring an academic organization to facilitate the education of systems agriculturalists. a case study in the application of soft systems methodology. Agric. Systems 30:351–367.

Packham RG, Roberts RJ, Bawden RJ. 1989. Our faculty goes experiential. Chapter 13, pages 129–149 *in* Making sense of experiential learning: diversity in theory and practice (Weil Susan, McGill I, eds.). Milton Keynes, UK: Open University Press.

Woodhill J. 1993. Educating for praxis: course review, preliminary discussion paper. Mimeo Report. Richmond, Australia: Hawkesbury, School of Agriculture and Rural Development, University of Western Australia.

Systems Approaches to Agricultural Education: Experiences, Issues, and Implications

Rehman T; Keatinge JDH

Department of Agriculture, University of Reading, Earley Gate, PO Box 236, Reading, Berks, UK RG6 2AT

Abstract

The relatively recent spate of literature documenting experiences of introducing system concepts and approaches to the education of agriculturalists includes contributions ranging from factual descriptions to philosophical and epistemological discourses. The new programs of teaching and training are based on experiential learning. Rather than adopting a systems approach, the lessons learnt are couched in terms of concepts such as praxis, ontology, *and* systems science. *The success claimed is the shift in the purposes of agricultural education from 'how to?' to 'what for?', and there is a distinct change in emphasis away from inquiry into* agricultural systems, *to inquiry through* systems agriculture, *from learning* systems *to* learning *systems. The new focus is the desire to direct the decision making process to ethically defensible choices. However, closer examination of this literature, especially of that part which is reflective and philosophical, reveals that much of it is amorphous. This paper reviews these attempts at using systems approaches to train graduates capable of meeting the needs of socially more desirable agriculture. The lessons learnt are summarized to discuss the reorientations that may be necessary for agricultural education, particularly at a typical university becoming increasingly consumer responsive.*

Key words

Systems approach, agricultural education, experiential learning.

Résumé

Approches systémiques de la formation agricole : expériences, problèmes et implications

L'éventail de la littérature récente relatant les expériences d'introduction de concepts et d'approches systémiques dans la formation des agronomes comporte des contributions allant des descriptions factuelles jusqu'à des exposés philosophiques et épistémologiques. Les nouveaux programmes d'enseignement et de formation sont basés sur l'apprentissage fondé sur l'expérience. *Les enseignements tirés sont exprimés en termes de concepts tels que* praxis, ontologie *et* systémique *plutôt que sous forme* d'approches systémiques. *Le succès revendiqué résulte du décalage dans les objectifs de l'enseignement agricole entre "comment faire ?" et "pour quel résultat ?" et on constate une évolution distincte dont le souci est de s'écarter de "l'étude des* systèmes agricoles, *vers une étude appuyée sur une* agriculture systémique, *et des systèmes* d'apprentissage *vers l'apprentissage* systémique". *L'accent est désormais mis sur le désir d'orienter les processus de prise de décision vers des choix défendables sur le plan éthique. En revanche, un examen plus approfondi de cette littérature, particulièrement de la partie réflective et philosophique, révèle qu'une grande part de celle-ci est amorphe. Cet article réexamine ces tentatives d'emploi d'approches systémiques visant à former des diplômés capables de répondre aux attentes d'une agriculture socialement plus souhaitable. Les leçons tirées sont résumées pour discuter des réorientations pouvant être nécessaires à l'enseignement de l'agronomie, en particulier dans les universités qui répondent de plus en plus aux attentes des consommateurs.*

Introduction

It is perhaps no exaggeration to suggest that the exploration of the application of the systems approach (SA) to agricultural research and education owes a great deal, first, to the pioneering contributions of Duckham and Masefield (1970) and, more recently, for its conceptual and intellectual development, to Spedding (1979); both Duckham and Spedding have operated from the University of Reading, UK. However, the leading places where these ideas have actually permeated into the practices of the educational system itself are probably Hawkesbury (Australia), Guelph (Canada), Roskilde (Denmark), Khon Kaen (Thailand), and Wageningen (The Netherlands). The

Australian experience is exceptional in that it is the one that seems most comprehensively documented and is reported regularly in refereed journals. However, closer examination of this literature reveals that a significant portion is essentially descriptive in nature, while other parts range from epistemological wrangling to forays into pedagogy and educational philosophy resulting in rather vague and amorphous enunciations.

Because of both the depth and the breadth of the literature on the Australian experience, this paper starts by spending a considerable amount of time in exploring and summarizing the lessons learnt and the insights gained before considering their implications and limitations in influencing the curricula and teaching methods in a typical British university. We believe that a further reason for concentrating on this literature is its ready international accessibility for further reference and consultation.

The Australian Experience

The origins of the developments leading to the application of the systems approach to agricultural education lie in the dissatisfaction with the mismatch that existed between the educational programs in Australia and the dynamic needs of agriculture in Australia. In 1978, an opportunity for a structural reorganization arose at Hawkesbury, and it was exploited to incorporate the systems approach into the curriculum review process and the restructuring of the faculty itself (Bawden et al 1984; Macadam, Packham 1989). Since then, the SA is reported to have become an integral part of the process of agricultural education at Hawkesbury (Bawden 1990; Bawden 1992).

The reporting of the Australian experience is led by Bawden, and can be divided into two rather distinct stages: the first covers roughly the period to the mid-1980s and concerns the essential description of how the SA came to be applied and what was involved (Bawden et al 1984; Bawden, Valentine 1985; Macadam, Packham 1989), and the second where Bawden (1990; 1992a; 1992b) has reflected on the experience and philosophized about epistemological issues such as praxis and systemic learning and the ontology of the systems themselves.

The main theoretical underpinnings of the SA are fairly straightforward. The basic idea is that 'the whole is greater than the sum of the constituent parts' and that the conventional reductionist approach to problem solving in agriculture is insufficient. Thus "the core notion is that of a whole in an environment which is delivering shocks to it. It may contain smaller wholes and may itself be part of a larger whole" (Checkland 1992).

Further, any system is characterized by its inherent tendency to maintain and sustain itself. Alongside the need for sustainability and continuity or survival, agricultural and rural systems are facing demands that require them to be socially and environmentally responsible. However it is defined, a system has a recognizable boundary, receives inputs and produces outputs through transformation processes, and is associated with some parameters of performance. Not only are the component parts of a system interrelated and interconnected. The running and managing of such a system is regarded as akin to experiential learning, and both management and problem solving are psychologically the same processes. The natures of solutions to management problems are transitory and they proceed along a continuum of improvement; hence, there are no definitive answers, simply a movement from a current situation to a better one. Models, either conceptual or mathematical, are the main vehicles that a systems analyst relies on to conduct his work (Rehman 1993).

With the preceding philosophical background, agriculture at Hawkesbury is treated as a human activity system following Dahlberg's (1979) perception that it is the "interface between people and their environments" and that of Bawden et al (1984) that "farming systems are key ones in the hierarchy of systems which represent agriculture, but not the only ones."

Having perceived agriculture as such an activity system, the next step is to recognize the following possible problem solving approaches before proceeding to learn:

- (a) The reductionist scientific approach. The problem is reduced to the smallest possible number of objectively quantifiable variables, before testing the resultant hypothesis and eventually ending up in 'this is' type of statements.
- (b) The reductionist technological approach. This involves the generation of alternative solutions and selection of the optimum followed by implementation of the optimum—this approach is therefore characterized by 'what is to be done' rather than 'what is' or 'why is it so'.
- (c) The hard systems approach. The crucial step here is not reduction of the problem as above, but its statement within the context of a descriptive system, which is then modeled to explore alternative system designs before the optimal design is found in relation to an explicit objective.
- (d) The soft systems approach. This is the methodology developed by Checkland (1981), which involves perceiving the problem situation, expressing it using relevant systems concepts, modeling and comparing models with reality, debating feasible and desirable changes using hard systems methodology, validating outcomes, and, finally, improving situations. The most distinguishing feature is that the analyst becomes an actor in the problem situation itself and thus the need for creative, perceptive, and intuitive types of thinking and for logical, linear, and sequential modes of thought are stressed (Vickers 1981).

For the Hawkesbury experience, none of the above approaches has been discounted at the cost of the others; instead, the selection of an appropriate approach is made contingent upon a particular situation in the learning process. The learning process itself follows the cycle proposed by Kolb (1984), and is termed as experiential or action learning. It consists of the following steps:

(b) reflective observations;

- (c) abstract conceptualization and generalizations;
- (d) active experimentation or testing of the implications of concepts in the new situation;
- (e) go back to step (a).

Having established the learning environment, a systems agriculturalist was defined in terms of a matrix of his/her competencies, as shown in Table 1 taken from Bawden and Valentine (1985), even though it does not seem to contain any explicit recognition of the socially responsible aspects of agricultural development pointed out by Buttel (1985) and espoused by Bawden (1990).

The Australian Experience in Practice: Issues and Implications

A fundamental shift in teaching approach, which at Hawkesbury eventually implied a revolution in management structure and techniques, is an interesting experience and pedagogical model worth examining for potential application elsewhere. A fuller treatment of the pedagogy involved and its wider implications would require more time than allowed here and may even provide a separate paper for a rather different forum. However, the success at Hawkesbury is unlikely to be emulated without considerable associated institutional disruption and 'human cost' in terms of staff dislocation, redeployment or possible job losses (Macadam, Packham 1989). Not only that, there seems to be a certain uniqueness about the circumstances at Hawkesbury, which may not be replicable elsewhere. In any long-established university department such as at Reading, notwithstanding its long involvement with the SA, a more harmonious evolutionary approach to change would probably in the long term be more likely to be effective in bringing about the worthwhile changes implied in the Hawkesbury experience. A high-risk, all-change scenario as adopted at Hawkesbury would most likely encounter strong resistance to implementation from within the 'system' that is currently in operation. Additionally, it may be very difficult in most existing situations to recreate the specific and rather autonomous nature of the Hawkesbury educational institution. This helped buffer it from the prevailing, substantial, external pressures for conformity and maintenance of the managerial status quo. Even in a situation where, essentially, a new research institution is being created, one does not start from scratch with the senior staff, who are usually imported, and are thus imbued with the conventional thinking and the reward structures from previous institutions, and strive to maintain linkages with their parent institution. This will usually imply

Table 1. A competency matrix for the systems agriculturalist.

	Autonomous learner	Systems agriculturalist	Effective communicator
Affective	1. Desire to learn,	4. Professional commitment to agriculture	8. Sensitivity to and respect for others
Attitudinal and value-related elements	2. Commitment to personal development	5. Empathy with rural values	9. Appreciation of concepts of leadership
	3. Self-motivation	6. Social awareness and responsibility towards the environment	10. Desire to communicate effectively
Feelings		7. Appreciation of systems agriculture and confidence as a systems agriculturalist	11. Desire to help
Conative	12. Situation improving/problem solving	17. Situation improving in agricultural systems	20. Effectively communicating
Actualized behavior and behavioral intentions	13. Experiential learning	18. Accessing appropriate agricultural information	21. Translating and communicating relevant information
	14. Information accessing	19. Operating, allocating, and innovating in agricultural systems	22. Helping others to learn
	15. Effective learning		23. Providing effective leadership
Doings	16. Critical evaluation		
Cognitive	24. Effective processes of learning	30. Development of information base	34. Models of the process of communication
	25. Self-concept development	31. Conceptual development of relevant 'maps' of agricultural systems	35. Interpersonal relationships
Intellectual elements	26. Conceptualization skills	32. Systems perspectives and contingency views	36. Helping relationships
	27. Information field development	33. Perceptions of Hawkesbury intellectual map	37. Leadership models
	28. Creativity		
Thinkings	29. Critical thinking abilities		

Source: Bawden and Valentine (1985).

substantial resistance to effective institutional development of an SA. The experiences of the International Centre for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA) in Pakistan with the Arid Zone Research Institute exemplify this difficulty (Keatinge 1987; Keatinge 1992).

Ignoring the likely external and internal resistances to change, the lessons of the Australian experience in guiding a new or rejuvenated teaching approach appear to be sensible and logical and they should be readily acceptable. These include the following basic precepts.

(a) The fundamentals of the learning process have been designed around the needs of the students and the components of that design, and the learning objectives are interpretable in terms of those needs, that is, the learning experience is 'learner-centered'. In the modern UK university environment where students are now being increasingly viewed as 'customers', it is somewhat a basic premise of good management that the university's 'service' must be needed, wanted, attractively packaged, and digestible for our 'consumers'. However, these ideas such as 'customer' and 'consumer' and the notion of a university as a provider of 'services' do not seem to sit entirely comfortably with the conventional view of the process of education being an investment in human capital development. The fundamental point here is that, in future, the successful courses will have to satisfy the three criteria of attractiveness, rigor, and enabling quality, as Ball (1989) has reminded the educationist. Attractiveness implies popularity with the perspective students, and rigor lies in the hands and the judgement of those who teach, while good courses enable students to achieve their work and life objectives. Thus the 'learner-centred' experience is a shared and cooperative undertaking by teachers, students, and prospective employers.

(b) In experiential learning, and where the philosophy of immersion in a real-time problem solving mode is being adopted, it is inevitable that the distinction between teacher and learner will become increasingly blurred, leading to an 'infused' situation where both of them become co-learners, but with the teacher adopting the additional role of facilitator in the experiential process, at least in the first instance. The time-consuming and resource-demanding nature of such an approach is evident, and is not likely to thrive particularly well where a high staff/student ratio is an important measure of performance, not to mention the whittling away of time that an academic could otherwise spend on the important activities of research and publishing. Therefore, at an academy where, unlike Hawkesbury, it is not possible to start from scratch, a 'compromise solution' has to emerge overtime. This is what has been happening at Reading by adopting experiential learning strategies such as:

- (a) student-run projects (eg, managing a complete cropping system over a two-year period);
- (b) 'management exercises' offering the opportunity for involvement in real-life decision making on farms with the help of participating farmers—an activity that claims nearly one third of the contact hours for final-year students;
- (c) both 'voluntary' and 'paid' teaching by practicing farmers, advisors, policymakers, and managers in the food and other rurally related industries;
- (d) deliberate 'joint teaching' of various degrees (eg, agriculture, rural resource management, rural resource science, and agricultural economics) to encourage and foster 'synergetic' and 'symbiotic' learning.

(c) The logical implication of adopting an experiential learning approach also implies that the learning process becomes very much the responsibility of the individual. Whether the main bulk of students who join universities immediately after leaving secondary schools would possess the required maturity to be sufficiently disciplined to exploit this opportunity effectively is perhaps unclear. In this instance, the traditional spoon-feeding approach, with both good and bad medicine, may retain some value. However, a learner capable of self-motivated, self-regulated, and disciplined learning is likely to achieve more from the flexibly structured experiential learning mode, and to acquire additional and complementary learning and management skills, which should be extremely attractive to potential employers.

(d) The latter point of enhancing the 'value-added' nature of students to employers would seem to be a basic precept of 'value-for-money' in a new market-attuned university department. How, therefore, should a university agriculture department measure whether or not employers would in the main prefer the 'products' of an SA or graduates educated under the more traditional 'reductionist science' variety of teaching? An associated question, but an increasingly relevant one in the 1990's era of agricultural diversification, would be over what range of the rural business spectrum should potential employers be canvassed and consulted? Answers to such question are unlikely to be available until sufficient number of graduates from the systems-oriented 'pool' have been absorbed in the 'rural business spectrum' for employment. However, the answers must be considered in assessing the future impact of the Hawkesbury style of teaching. Nonetheless, if diverse experience, enhanced management and communication skills, and problem solving orientation are characteristics of the SA graduate then, logically, this must be an attractive development for an uncertain and increasingly diverse employment market. If diversity of enterprise experience is to be a selling point of the educational quality of an institution, it implies, by default, an extremely labor-intensive approach and the need for many 'educational facilitators'—Teachers. Whether such an approach is acceptable in an era of institutional contraction combined with the other pressures and conflicts that are experienced by academic staff, as mentioned in (b), is uncertain. It is perhaps symptomatic that in the Australian experience a national call was made later for the rationalization of faculties of agriculture into units of larger critical mass, thus providing a wider pool of available teaching labor and also, probably, ensuring less of the frequently counter-productive, and even wasteful, interinstitutional competition (Pearson, Ison 1992). This may also be a future scenario in the UK, but then the potential consequence of having to distinguish between research and teaching universities could only have a negative impact on the lowest common denominator of teaching quality.

(e) Notwithstanding the successful implementation of the SA, it has not yet been established beyond argument if the

'systems discipline' itself conforms to the requirements expected of a science in Khunian terms (1970):

Realism..."truths about the world are true regardless of what people think"; demarcation..."sharp distinction between scientific theories and other kinds of belief"; cumulative nature of knowledge..."science by and large builds on what is already known"; observation-theory distinction..."sharp contrast between reports of observations and statements of theory"; foundations..."observation and experiment provide the foundations for and justification of hypotheses and theories"; deductive structure..."tests of theories proceed by deducing observation-reports from theoretical postulates"; precision..."concepts are rather precise... and ... terms used... have fixed meaning"; context of justification and discovery..."the distinction between... the psychological or social circumstances in which a discovery is made... and... the logical basis for justifying belief in the facts... discovered"; and unity..."less profound sciences are reducible to more profound ones" (Hacking 1992).

Establishing rigorous conformity with these criteria would be a challenging task for both devotees of the SA and systems analysts. A recent clarion call as sounded by Checkland (1993) is worth heeding. However, questioning the scientific and disciplinary nature of the SA is now probably an irrelevant issue in an era in which students are 'customers' and 'consumers' on one hand, and a 'market product' on the other. If the SA can demonstrate provision of a superior quality 'output' for employers within the limitations set by the current availability and quality of teachers and operational funds for educational institutions, it will generate a substantial market share and the teaching of reductionist science may be forced to concentrate on the role of providing specialist technicians only. If the SA cannot convincingly deliver a superior-quality 'product', enhanced commitment or improved efficiency of its graduates, it will continue to cry unheeded by the business community and the general public.

Conclusions

Agricultural education in the UK has something important to learn from the comprehensive introduction of an SA as adopted at Hawkesbury in Australia in the late 1970s. It is evident that a casual reworking of curricula or a minor reorientation of teaching staff attitudes will be insufficient to bring about the desired changes. However, given the new market-driven considerations that are influencing the university teaching and student employment scenes, a more radical shift in attitudes from a reductionist to a holistic systems approach may be highly effective. It would be unfortunate indeed if the external pressures and the internal tensions and conflicts of academic interests could still cause the demise of what is, essentially, a timely and effective idea for the improvement of agricultural education. To conclude, it would perhaps be instructive to paraphrase Scott (1989) who asserts that "knowledge, whether it leads to culture or to skills, is higher education's only good... [and it is increasingly]... defined... in terms of utilitarian outcomes rather than of liberal intentions, of externalities rather than the development of human understanding."

References

Ball C. 1989. Introduction. Pages 1–6 *in* Higher education into the 1990s—new dimensions (Ball C, Eggins Heather, eds.). Milton Keynes, UK: Open University Press.

Bawden RJ. 1992a. Editorial. Agricultural Systems 38:339–340.

Bawden RJ. 1992b. Systems approaches to agricultural development: the Hawkesbury experience. Agricultural Systems 40:153–176.

Bawden RJ. 1990. Of agricultural systems and systems agriculture: systems methodologies in agricultural education. Pages 305–323 *in* Systems theory applied to agriculture and the food chain (Jones JGW, Street PR, eds.). London, UK: Elsevier Applied Science.

Bawden RJ, Valentine I. 1985. Learning to be a capable systems agriculturalist. Program Learning and Educational Technology 21:273–287.

Bawden RJ, Macadam RD, Packham RG, Valentine I. 1984. Systems thinking and practices in the education of agriculturalists. Agricultural Systems 13:205–225.

Buttel FH. 1985. The land-grant system: a sociological perspective on value conflicts and ethical issues. Agriculture and Human Values 2:78–95.

Checkland PB. 1992. Systems and scholarship: the need to do better. Journal of the Operational Research Society 43:1023–1030.

Checkland PB. 1981. Systems thinking, systems practices. Chichester, UK: Wiley.

Dahlberg K. 1979. Beyond the green revolution. New York, USA: Plenum Press.

Duckham AN, Masefield GB. 1970. Farming systems of the world. London, UK: Chatto and Windus.

Hacking I. 1992. Scientific revolutions. Oxford, UK: Oxford University Press. 180 pp.

Keatinge JDH. 1987. Pages 1–9 *in* The systems approach in project planning and implementation. International Centre for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA) MART/AZR Research Report No. 1. ICARDA MART/AZR.

Keatinge JDH. 1992. ICARDA's experiences in Pakistan. Pages 68–73 *in* Proceedings of the ICARDA workshop on complementarities between national agricultural research systems and international agricultural research centers, Aleppo, Syria. International Centre for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA).

Kolb D. 1984. Experiential learning—experience as the source of learning and development. New Jersey, USA: Prentice-Hall.

Khun TS. 1970. The structure of scientific revolutions. 2nd Edition. Chicago, USA: Chicago University Press.

Macadam RD, Packham RG. 1989. A case study in the use of soft systems methodology: restructuring and academic organisation to facilitate the education of systems agriculturalists. Agricultural Systems 30:351–362.

Pearson CJ, Ison RL. 1992. University education for multiple-goal agriculture in Australia. Agricultural Systems 38:341–362.

Rehman T. 1993. Disappearing boundaries: farm management and the study of agricultural systems. Pages 5–8 *in* Management matters in 1993 (Giles AK, Wiggins SL, eds.). Farm Management Unit Study No. 31. Reading, UK: University of Reading.

Scott P.,1989. The power of ideas. Pages 7–16 *in* Higher education into the 1990s—new dimensions (Ball C, Eggins Heather, eds.). Milton Keynes, UK: Open University Press.

Spedding CRW. 1979. An introduction to agricultural systems. 2nd Edition. London, UK: Elsevier Applied Science.

Vickers G. 1981. The poverty of problem solving. Journal of Applied Systems Analysis 8:15–21.

Role of Training in Women and Development: A Case of Participatory Training in Gender Analysis

Frio, Anita L; Erguiza, Armando Jerry S; Matheny, Ellis L
Training Center, International Rice Research Institute, PO Box 933, 1099 Manila, Philippines

Abstract

Experiential learning is learning by doing. How is this done when teaching gender analysis? The experience of the International Rice Research Institute (IRRI) in this area has been exploratory and, at best, cuts across regional differences in culture and environment. Regional training courses in gender analysis and its application to farming systems research (FSR) is conducted for both southern and southeastern Asia. Both courses have the same curriculum. However, implementation varies. For example, in demonstrations on new technologies relevant to women, southern Asians are more interested in new fuel-efficient stoves, whereas southeastern Asians are keen on the performance of small machinery. Participants test different machinery designed at IRRI. Field testing in the rice paddies gives participants real experience in evaluating the performance of each machine. In seed management, they are shown alternative ways of storing seeds using a range of medium—from indigenous to sophisticated—cold-storage processes. Several livelihood projects are also demonstrated. Participants receive hands-on practice in preparing substrate for mushroom culture and in making paper from rice straw. Actual on-farm research projects are visited where participants interview both cooperators and research staff. Sharing of experience in conducting gender-sensitive projects is an important aspect of training. Field practicum activities—where participants do a modified agroecosystem analysis, participatory rapid rural appraisal, key informant panel (KIP) interviews, and structured interviews of both men and women—are, however, the most significant. Tools and techniques discussed in the class are field-tested and critiqued in terms of usefulness in and adaptability to their own projects. This training has two outputs—a report on the initial site characterization of a village with emphasis on problem diagnosis and initial solutions, which are gender sensitive, and participants' adaptive research or action plans for their own sites, formulated by applying lessons learned in the course.

Key words

Participatory research, gender analysis, seed management, rapid composting, ultralite transplanter.

Résumé

Femmes et développement : rôle de la formation. Un cas de formation participative en analyse par sexe

L'apprentissage empirique est l'apprentissage par l'action. Comment faire lorsqu'il s'agit d'enseigner l'analyse par sexe ? L'IRRI (International Rice Research Institute) *a été un explorateur dans ce domaine et a réussi à considérer certaines différences régionales de culture et d'environnement. Des cours régionaux de formation sur l'analyse par sexe et son application dans les systèmes de production sont dispensés en Asie du Sud et du Sud-Est. Le programme d'études est le même, mais les deux cours n'abordent pas toujours les questions de la même façon. Par exemple, sur le rôle des nouvelles technologies par rapport aux femmes, les participants de l'Asie du Sud sont particulièrement intéressés par les nouvelles cuisinières économiques, tandis que les participants de l'Asie du Sud-Est préfèrent les performances des petites machines. Les participants testent plusieurs machines conçues par l'IRRI. Les tests sur le terrain dans les rizières permettent aux participants d'acquérir une expérience pratique dans l'évaluation des performances de chaque machine. Ils voient différentes façons de stocker les semences, allant des méthodes locales traditionnelles aux procédés modernes de stockage à froid. Les participants apprennent également à préparer des substrats pour la culture des champignons et à fabriquer du papier à partir de la paille de riz. Des programmes réels de recherche en exploitation font l'objet de visites, où les participants s'entretiennent avec les coopérateurs et les chercheurs. L'échange d'expériences au cours des programmes sur l'analyse par sexe est un aspect important de la formation. Néanmoins, les activités sur le terrain — où les participants effectuent une analyse de l'agroécosystème, font un rapide diagnostic participatif du milieu rural, interrogent un groupe clé d'informateurs et*

font des interviews structurées d'hommes et de femmes — sont fondamentales. Les outils et les techniques étudiés en classe ont été testés sur le terrain et évalués en fonction de leur utilité et de leur adaptabilité aux projets des participants. Ce type de formation aboutit à deux résultats : l'un est une connaissance des caractéristiques initiales du village en mettant l'accent sur le diagnostic du problème et les solutions initiales, qui sont fonction du sexe ; l'autre est l'élaboration, par les participants, d'un plan de recherche ou d'action pour leur propre site en appliquant les acquis de la formation.

Introduction

Although increased attention has been given to women's roles in agriculture during the past decade, women's concerns are often not included in mainstream research and development work. Thus, there is a need to understand and implement the tools for carrying out gender analysis and to understand their application to technology development, extension, and training in a farming systems framework. To address these needs, the International Rice Research Institute (IRRI, Philippines) offers courses on how to integrate gender concerns in existing projects using a farming systems research (FSR) approach. The experience of IRRI experience in this area has cut across regional differences in culture and environment. Regional training courses, each of two weeks duration, have been conducted for southern and southeastern Asian participants in Bangladesh (May 1991); and at IRRI (from 1991 to 1993). Participants were from Pakistan, Nepal, Bangladesh, Viet Nam, Philippines, Laos, Thailand, and Indonesia (Table 1).

Training Objectives

The training courses aimed to assist scientists in national agricultural research institutes conduct gender-responsive research and to (a) develop the skills of male and female researchers in conducting gender analysis, (b) use the results of diagnostic surveys to identify interventions that benefit women farmers, (c) use various methods of collecting gender-disaggregated data in each phase of the FSR process, (d) strengthen linkages among various disciplines to address production constraints, particularly those that concern women farmers, and (e) develop a gender-focused, adaptive research proposal or action plan.

Course Content

The gender analysis course held in Bangladesh was specifically designed for southern Asian scientists, whereas the Philippines course was for participants from southeastern Asia. Each course was designed to meet the specific environmental and cultural needs of participants. Both courses had a similar curriculum:

- (a) General issues in FSR. A review of basic FSR concepts, diagnostic survey, problem identification, and prioritization of research in farming systems; concepts involved in gender-responsive planning.

Table 1. Profile by country of participants at gender analysis training courses (1991–1993).

	No. men	No. women	Total	Participation (%)
Country				
Bangladesh	1	12	13	19.2
India	1	5	6	8.8
Nepal	1	3	4	5.8
Bhutan		1	1	1.5
Pakistan		2	2	2.9
Indonesia		7	7	10.4
Thailand	2	3	5	7.4
Philippines	8	16	24	35.3
Viet Nam		4	4	5.8
Laos		2	2	2.5
Madagascar		1	1	1.5
Total	13 (19%)	55 (81%)	68	100.0
Degree/specialization				
ag. economics	2	11	13	19.2
dev. communication		2	2	2.9
statistics		2	2	2.9
ag. engineering	5	2	7	2.9
crop science/agronomy		14	14	20.2
animal science		1	1	1.5
rural development	1	2	3	4.4
entomology		3	3	4.4
soils		3	3	4.4
farming systems	4	6	10	14.8
plant breeding		5	5	7.4
nutrition		3	3	4.4
extension	1	1	2	2.9
Total	13	56	69	100.0

- (b) Methodologies for incorporating gender issues in FSR. Basic tools and techniques for environmental characterization using participatory rural appraisal (eg, mapping, informal surveys, field-observation techniques, uses of charts/calendars, interviews focused on women), and sessions on how to gather and use gender-disaggregated information from the diagnostic phase through to evaluation of FSR.
- (c) Technologies relevant to women. Technologies generated and tested in research and development projects that have potential for helping men and women or for addressing specifically women's needs.
- (d) Field practicum. Practicum to allow scientists of various disciplines to interact with each other, and, more importantly, with women farmers. Participants were required to characterize the site and its existing systems, do problem diagnosis to identify constraints faced by women specifically, recommend technology options and training needs, and design simple on-farm experiments or proposed interventions.
- (e) Adaptive-/action-research project proposal. Presentation of participants' future action plans. Guidelines for report preparation included the following steps (Paris 1991): (1) description of the institution, name of project, objectives, outputs, timeframe; (2) description of project location, number of villages, types of village; (3) description of major farming systems in the village(s) (crop–animal, crop–agroforestry, homestead, crop, etc); (4) description of major constraints, ongoing or proposed experiments; and (5) description of ways in which gender issues and women's concerns are being addressed (surveys that are being/have been conducted, major findings of women-sensitive research).

Participants' Profile

Nineteen scientists from four countries participated in the course held in Bangladesh, while 49 Asian scientists attended the course at IRRI in the Philippines (Table 1). About 20% of the participants were agronomists, 20% were involved in socioeconomics work, and 15% in farming systems research.

Participatory Training Methods

Most participants had neither a background in nor experience of FSR. Many, however, were assigned to work or participate part time in new FSR projects in their respective countries. Thus, at the outset, a short review of concepts, methods, and general principles of FSR was necessary. To facilitate learning, lectures were combined with a variety of training methods.

What Is 'Participatory Research'?

This question evoked varied responses from participants, but in-depth discussion was carried out only by the more vocal participants. To encourage more participation from the group, a video on participatory research in agriculture (IPRA) was shown. Guide questions were disseminated to participants and discussed prior to viewing; following screening of the video, the questions were answered individually, and then intensive discussion was opened. The video also introduced the participation of women in research projects. Although it did not highlight the role of women, it showed that participatory research involves both men and women farmers and researchers.

Invisible Women

A video entitled Invisible Women provided the visual impact following theoretical discussion of the 'whys' of doing gender analysis. Examples depicted in the video were varied and indicative across several ecosystems.

Case Analysis

The case study used was the experience of Santa Barbara, Philippines. This showed the importance of appropriate diagnosis prior to research, and its impact when properly done. It also illustrated the different research methodologies used in gender analysis. However, a different approach was used to analyze the case. Instead of a facilitator asking questions, modifications were introduced. Participants were divided into three groups and each group analyzed the case independently. Guide questions were also provided to help focus the analysis. After lengthy discussions, and once there was within-group agreement, answers were written on cards or bond paper and then tacked to the board for presentation. Each group presented its analysis in a plenary, which was critiqued by the other groups.

This learning process is effective when participants have communication problems or when the straight case method analysis is intimidating to the cultures participating. The case is subjected to thorough scrutiny, starting with individual analysis, then group discussion, followed by three presentations, critique, and finally, the summary. Small-group discussion encouraged participation and subsequent analysis of a case.

Demonstrations, Anyone?

Experiential learning is learning by doing. The course offered many opportunities for observing and participating in hands-on activities, especially in understanding and evaluating technologies relevant to women.

Health hazards in weeding?

The question of health hazards should have referred to spraying and not to weeding because in Asia men do most of the spraying and women, weeding. But growing concern for the environment and for the health of the entire family prompted inclusion of this topic in the curriculum. Recent research findings have shown the detrimental effects on health of prolonged/improper use of pesticides. Findings also showed that, although women do not spray, they weed the fields almost immediately after spraying, which exposes them to the same hazards as the men who spray the pesticide. Nursing mothers are at greatest risk because babies may also be affected. To illustrate the importance of this

topic, a medical doctor presented a lecture on the health hazards of pesticides and supervised a demonstration on the use of protective clothing before spraying. Participants were asked how they would modify the heavy, hot, and expensive clothing used in the demonstration. They were then asked to work in groups to design protective clothing for men and women for use in their own areas. Discussions on modifications brought out issues concerning participants' experience in dealing with this problem. Although this issue cannot be dealt with directly by FSR, it can nevertheless be addressed by a proper information campaign and by training of both men and women farmers.

Seed management

Women in Asia do most of the seed selection and storage of grains and vegetables. Diagnostic surveys revealed that storage away from insect pests and low seed viability are two important problems. The course at IRRI addressed these issues by including the two topics in the curriculum. A lecture and demonstration presented and discussed technical aspects of improving seed viability through lowering moisture by using proper storage facilities. Also discussed were the effects of the common field practices of storing seeds in plastic bags, gunny sacks, cans, and baskets. A prototype model of an improved storage bin was given to each participant. Participants also visited cold storage rooms where rice seeds were stored and observed the processes of seed selection and health certification both manually and using special machines. The second element dealt with the protection of stored grains against insect infestation. The resource officer brought samples of her ongoing research on insect control in stored grain. After the lecture, participants were shown large bottles containing the experiments, which used different control measures for pests that attack maize, beans, and rice. Some small pests could only be seen using a hand lens. Control measures included indigenous materials such as garlic, wood ash, ginger, certain leaves, neem oil, and combinations of these materials. In addition, different dosages of certain chemicals were used for insect control. These experiments were not new to most participants, but they saw how they were conducted and were able to see what the insects looked like. The method of combining lecture and demonstration proved to be very effective, especially for participants who were not active in classroom discussions.

Rapid composting using an 'activator'

This topic generated considerable interest among participants. The 'activator', trichoderma, is added to a compost heap to accelerate decomposition. The compost is odorless and the process is fairly simple to perform. Participants immediately identified this technology as a potential research topic for their sites, especially in areas where women have kitchen gardens. The lesson began with a short lecture followed by two demonstrations. The lecture was supplemented with slides showing laboratory and field tests. Both activities were handled by the professor who had discovered new uses for the activator. In the laboratory where the activator is prepared, the different steps in the process were demonstrated, and questions were answered. The second demonstration—on the demonstration plot of the Institute of Biological Sciences, University of the Philippines (UP)—showed how the activator is used in rapid composting. Participants were also able to observe compost heaps at various degrees of decomposition.

Light machinery

Examples of IRRI-designed/modified light machinery were tested in the rice paddies. Participants were encouraged to test the machinery in the mud to gain first-hand experience in detecting potential problems and to compare models. An ultralite transplanter was especially popular among participants due to its relatively low cost, efficiency, and portability. Other machines tested included small hand tractors, manual weeders, and a micromill. Small southeastern Asian women found hand tractors rather difficult to use, especially during the first ploughing. Weeders designed for upland crops were tested with great enthusiasm by researchers working in upland ecosystems. The portable micromill was tested several times by participants whose sites were far from commercial rice mills or who lived in hill areas. Other devices shown were rat baits and snail scoops. Southern Asians were keen on the design of new fuel-efficient stoves. As southern Asia faces fuel shortage, especially in winter, fuel conservation is top priority. The hands-on testing of machinery provided participants with a solid basis for evaluating the performance of each machine—for feedback to the IRRI designers and for recommendation to farmers, especially women.

Livelihood Projects

Two possible livelihood projects—substrate for mushroom culture and rice paper—were included in the curriculum. Substrates using rice straw or other seasonal crops is a problem in many areas where mushrooms are raised. In areas where one rice crop or an occasional tobacco crop is grown annually, limited supply of mushroom substrate is a constraint. A technology based on the use of other materials with year-through availability (indigenous leguminous weeds, coconut fiber) was presented in the IRRI course. Participants measured, mixed, packed, and pasteurized the mushroom medium. They also inoculated the substrate packs with mushroom culture. Low-technology inputs, improvised materials and equipment, and low-cost mushroom housing widened the options of participants in implementing this traditional technology.

Paper making from rice straw and other indigenous materials was also taught. A former IRRI cooperator in rice paper making presented a short introduction to the process after which the procedure was demonstrated. Participants tried some of the steps and experimented with paper molding. Finished products are displayed in the factory and sold locally and abroad. The rice paper making enterprise generates income and provides employment for housewives and out-of-school youth, reasons that were sufficient to prompt participants to ask further questions.

Field Trip

Sharing experiences in conducting gender-sensitive projects was an important aspect of the course. On-farm research projects were visited and participants interviewed cooperators and research staff. The group took a field trip to Santa Cruz, Laguna, 30 km from IRRI. Several villages were visited to observe different aspects of the KAMTUPA (KAM, kambing or goat; and TUPA, sheep) project, an integrated program on small-ruminant production under coconut. One aspect of the program—tending sheep or goats—involved women cooperators. In some cases, the husband took care of goats and the wife, the sheep. But in all cases, the main objective was additional income for the family. Before the program on sheep started, the project staff slaughtered some to introduce its meat to the market. Another aspect of the field trip was to interview 5th- and 6th-grade children who take care of either goats or sheep and sell them shortly before they graduate from 6th grade, largely to earn money for graduation and other school needs. In the Philippines, the grade-level curriculum in supplementary agriculture focused largely on crops, and animal husbandry was barely mentioned. Recognizing this need, the project provided training for these youths by holding Saturday classes in school on animal care and management. Later, parents also began attending the classes. Guide questions were given to participants before they interviewed the cooperators and the project staff (Paris 1991):

- Profile of cooperators (criteria for their selection, eg, size of land, type of production systems).
- (b) Existing management practices (number of animals, sources of feed by season, feeding systems, type of housing, healthcare, division of labor in small-ruminant production, etc).
- (c) Access to land (tenant or landowner), and technical information.
- (d) Control of resources (who owns the animals, who keeps money from sales, who decides when to buy and sell, who uses income from sales of small ruminants).
- (e) What problems do women/youth face in small ruminant-production?
- (f) What are the incentives of women/youth in taking care of small ruminants?
- (g) Is the project meeting its objectives? Yes or no? Explain.
- (h) What should be the priorities for research and development in small-ruminant production as perceived by women?
- (i) How will the project be sustained?

Field Practicum

Evaluation of the two courses showed that the most significant activity was the field practicum in which participants conducted a modified agroecosystem analysis of a village. Participants were divided into small groups with two training facilitators per group. Pre-practicum activities included preparation of seasonal calendar forms, guide questions, maps, focused questionnaire, rainfall data, initial information of biophysical characteristics, and other literature relevant to the site. Field work took the participatory rapid rural appraisal approach, with key informant panel (KIP) interviews, and structured interviews of both men and women. Tools and techniques learned in class were field-tested and modified accordingly. In-depth information on resource management, access to resources, and the decision making process were obtained from focused interviews of men and women farmers. The output is a report on initial site characterization with emphasis on problem diagnosis and initial gender-sensitive solutions.

Action Research Plan

The last activity in the course concerned the formulation of an adaptive research or action plan by each participant, in which lessons learned during the course were applied. Action plans were intended either for their own institutes or for a specific site in their region. The plans were presented in class.

Lessons Learned

Conducting subregional training courses on gender analysis is a good training strategy. This approach minimizes logistics problems and provides a very diverse program schedule.

Training staff/facilitators must have FSR skills and expertise. It is imperative that they are able to interact with participants, especially during field work.

A two-week schedule is ideal for participants. Beyond two weeks, it becomes increasingly difficult for potential participants to take time off from their jobs, and mothers with young children do not like to be away for longer periods.

There is a need to reduce time allocated to topics on technologies and to allot more time for field work.

More time is required to analyze data from field work during class hours to minimize evening work.

Invited resource officers should be informed in writing of the course objectives and expected outputs to help them focus their discussion on 'need to know' and not on 'nice to know' information.

The use of appropriate and well-prepared visuals enhances learning. It is also is important to provide handouts/reading materials to support classroom instruction.

Most participants find it difficult to write a simple research proposal or action plan. This makes it necessary for the trainers to be tutors; hence they should be knowledgeable about the different sites participants are assigned to.

More men should participate in this training, especially those from restrictive cultures. This is a good opportunity for both men and women to work together professionally and comfortably.

The training activities provide opportunities for everyone to build networks for exchange of information and research results.

Formation universitaire à la recherche-développement et approche systémique

L'expérience du magistère Développement agricole caraïbe à l'Université des Antilles et de la Guyane

Bory Antoine[1] ; Paul Jean-Luc[1] ; De Reynal Vincent[2]

[1]Département d'agronomie tropicale, Université des Antilles et de la Guyane, 97159 Pointe-à-Pitre Cedex, Guadeloupe, France

[2]Centre agraire du Tocantins, Université fédérale du Pará, Bélem, Brésil

Résumé

La question de l'inclusion des démarches systémiques dans la formation de chercheurs et de cadres du développement est traitée à travers l'examen synthétique des caractéristiques d'une formation originale à bac + 5 mise en place il y a une dizaine d'années à l'Université des Antilles et de la Guyane : le magistère Développement agricole caraïbe (DAC). Cette formation universitaire à la recherche-développement a dû en effet inventer une philosophie générale et des modalités pédagogiques particulières lui permettant de lier formation générale et professionnalisation, pratiques de terrain et enseignements théoriques et méthodologiques, recherche et formation, approche analytique disciplinaire et appréhension systémique des réalités agraires, ainsi que de mettre à profit le potentiel, notamment de recherche, existant hors de l'université. La communication insiste sur le rôle irremplaçable d'une telle formation supérieure dans la perspective plus large de la construction de dispositifs intégrés de recherche-formation-développement (fonction d'accumulation locale, pérennité des dispositifs, démultiplication des actions...), à même de prendre en compte la complexité des déterminants d'un développement agricole et rural durable. La discussion aborde des exemples de l'articulation opératoire recherche-développement-formation aux Antilles (DAC) et en Amazonie brésilienne où un dispositif semblable (DAZ) a été construit.

Mots clés

Formation, recherche-développement, recherche-formation-développement, complexité, systémique, Caraïbe, Amazonie brésilienne.

Abstract

Systems Approach and University Studies in Research for Economic Development: Case of the Master's Program at the Université des Antilles et de la Guyane

The integration of the systems approach in postgraduate studies for agricultural scientists and development managers is examined through the example of program for the Master of Caribbean Agricultural Development (Magistère DAC) of the Université des Antilles et de la Guyane. This postgraduate program is based on four main principles of combining: general with professional training; theoretical and methodological knowledge with field applications; research with training; and disciplinary and analytical approaches with the systems approach to agriculture. The paper stresses the role of such postgraduate programs in the advancement of farming systems research for development.

Introduction

Nous présenterons la philosophie générale et les principales caractéristiques pédagogiques du magistère Développement agricole caraïbe, non de façon générale mais sous le seul angle de "l'inclusion des démarches systémiques dans la formation des chercheurs et cadres du développement", pour être fidèle au thème principal de cet atelier. Nous indiquerons ensuite l'importance d'une collaboration multiforme avec des organisations non universitaires pour mener à bien un tel projet de formation, avant d'insister sur l'importance décisive qu'il acquiert s'il est pensé comme élément d'un dispositif intégré de recherche-formation-développement, dont il doit simultanément faciliter l'émergence. Des exemples concrets de ce dernier processus, sur la base de nos expériences aux Antilles-Guyane et au Brésil, pourront, le cas échéant, être l'objet d'une discussion.

La démarche systémique, à la fois objet et outil de formation

Le DAC (désignation habituelle du magistère Développement agricole caraïbe) se voulant une formation à finalité professionnelle, orientée vers le développement, avait ipso

facto pour objet principal l'approche de la complexité : complexité du monde rural dans un contexte historico-géographique de paysanneries polyvalentes aux fonctionnements polymorphes; complexité des conditions actuelles du développement agricole dans un contexte socio-économique aux dynamiques multiples, sensible à tous les champs de déterminations internes et externes.

C'est pourquoi la mise en place de la formation DAC a bien été, aussi, une réaction face à l'incapacité des institutions tant professionnelles que politiques de nos régions de donner des réponses satisfaisantes, adéquates et en prise avec le réel, aux défis du développement. Nous étions, en effet, convaincus qu'une des raisons de cette incapacité tient au profil même des cadres dont elles disposent, cadres dont la formation classique se caractérise le plus souvent par une spécialisation dans un domaine technique particulier, d'une part, et, d'autre part, par une conception normative du développement qui les rend peu aptes à appréhender les réalités de terrain et leur complexité.

Partir de ce constat, c'était donc se donner pour objectif de former des professionnels capables de comprendre et de donner des réponses aux problématiques de la paysannerie, ce qui est bien une des dimensions de la nécessaire prise en compte du réel (demande sociale, rôle des acteurs) dans les programmes de recherche-développement.

L'orientation générale et les axes essentiels du dispositif régional de recherche-formation que le DAC chercha à constituer, en phase avec les problèmes concrets du développement régional, se présentaient dès lors ainsi.

• Axe recherche. Tant dans les DOM (départements français d'outre-mer, ici Guadeloupe, Guyane et Martinique) que dans la Caraïbe, il existe un potentiel important de chercheurs, d'institutions et de projets de recherche, dans le domaine des sciences agronomiques notamment. Il s'agissait donc de mettre à profit ce potentiel et les résultats acquis pour parvenir (en collaboration avec les chercheurs et équipes intéressés) à une meilleure connaissance du fonctionnement et de la dynamique d'évolution des systèmes de production et des systèmes agraires caribéens, à l'échelle des exploitations, des petites régions et de l'ensemble de l'aire caribéenne, dans leurs relations aux évolutions macro-économiques contemporaines.

• Axe formation. La formation de cadres capables de préparer et de mener à bien des actions de développement s'appuyant sur les réalités agricoles locales, situées dans leur contexte caribéen, pouvait et devait être entreprise en mobilisant le potentiel de recherche existant, et en étant alimentée par les nouveaux résultats produits. L'enseignement supérieur permet en effet au chercheur expérimenté de synthétiser et de valoriser ses résultats. Inversement, la formation par la recherche doit progressivement permettre aux étudiants correctement encadrés de devenir aussi des producteurs de connaissances (études de terrain, mémoires et thèses), et plus tard, une fois insérés dans l'activité professionnelle, des interlocuteurs pertinents de la recherche.

• Axe développement régional. Par l'accueil d'étudiants de la Caraïbe hors DOM, d'une part, et la collaboration avec les institutions homologues régionales, d'autre part, la formation est l'un des moyens de la constitution progressive d'un réseau d'acteurs du développement rompus à une approche et une problématique communes devant contribuer à réduire les cloisonnements et la relative méconnaissance réciproque constatés. Progressivement, une base d'accumulation, tant des connaissances produites par la recherche que des enseignements des actions de développement menées sur différents terrains de la Caraïbe, serait ainsi constituée, permettant d'alimenter à son tour les actions de développement, la formation, etc.

Philosophie générale de la formation

Le magistère "Développement agricole caraïbe", dans le contexte de ce triple programme, se définit donc d'emblée comme une formation à la recherche-développement. La formation dispensée repose sur un certain nombre de principes directeurs, qui peuvent être ainsi résumés.

La finalité professionnelle et le caractère transdisciplinaire de la formation sont liés. Il nous a semblé que la complexité des problèmes du développement agricole et rural impliquait que des cadres capables d'y intervenir disposent des outils d'analyse et des instruments d'intervention qui relèvent traditionnellement de corps de disciplines rarement associés dans un même cursus. Le magistère articule ainsi les sciences agronomiques et les disciplines socio-économiques, à côté des outils de base que sont les mathématiques, les statistiques et l'informatique. Ces enseignements font appel à diverses formes d'organisation pédagogique (cours, séminaires, travaux dirigés et travaux de terrain) de façon à ce que les acquisitions théoriques et scientifiques fondamentales débouchent sur une mise en œuvre concrète à travers une pratique de production de connaissances. Nous n'avons malheureusement pas ici le temps de les présenter en détail (Bory et Paul, 1991).

L'articulation étroite entre recherche et formation nous paraît en effet essentielle pour un enseignement préparant à l'intervention dans le champ du développement :

- la capacité de mener à bien un programme de formation dans ce domaine, à un tel niveau de qualification, et la garantie d'être toujours en phase avec les réalités socio-économiques si rapidement changeantes de notre région caraïbe ne peuvent être obtenues que si la formation est alimentée en permanence par des résultats de recherches en cours;
- il paraît indispensable que le cursus des étudiants comporte une dimension de formation par la recherche et de formation à la recherche, si l'on veut former de futurs cadres du développement agricole, en phase avec leurs réalités et capables, en situation professionnelle, d'entretenir un dialogue fécond entre la recherche et le développement.

L'approche systémique des problèmes du développement agricole et rural comme méthode et la démarche de recherche-développement comme philosophie d'action sont les orientations fondamentales qui régissent l'ensemble de la pédagogie. Nous allons expliciter quelque peu ici pourquoi et comment le recours à la démarche systémique est à la fois objet et outil de formation.

Nous savions que la systémique n'est ni discipline ni méthodologie impériale. Mais ayant posé/perçu le caractère

complexe des réalités sur lesquelles nous voulions former les étudiants à intervenir, il nous fallait les doter des éléments essentiels (notions et concepts, épistémologie et outils propres à la démarche) d'une approche systémique du réel. Une première façon de le faire, inévitable comme début du processus d'apprentissage, consistait, tout naturellement, à leur enseigner les rudiments de cette approche (cours magistraux) en les encourageant simultanément à une approche personnelle des textes fondateurs ou fondamentaux (travaux dirigés, fiches de lecture, exposés...). La démarche systémique n'est à ce stade qu'objet de formation.

Plus fondamentalement, il nous apparaissait que c'est en apprenant à s'en servir comme outil de décryptage de la complexité cachée d'objets d'étude réels qu'ils parviendraient progressivement à s'approprier réellement la démarche.

Au double titre de l'approche systémique et de la recherche-développement, des lieux de synthèse privilégiés des enseignements dispensés ont donc été aménagés tout au long du cursus. Ils s'organisent selon une échelle croissante de niveaux hiérarchiques de complexité et d'intégration d'un nombre de plus en plus grand de paramètres de nature variée. Il s'agit de :

- l'étude des systèmes de production et du fonctionnement de l'exploitation agricole ;
- l'étude de petites régions agricoles et de systèmes agraires;
- l'évaluation de projets ou d'opérations de développement agricole.

A chacun de ces niveaux, les étudiants vont acquérir la méthodologie et les outils et techniques requis et réaliser une mise en œuvre concrète à travers une étude de cas mobilisant l'ensemble de leurs acquis.

Pour ne prendre qu'un exemple, l'étude du fonctionnement de l'exploitation agricole (qui se concrétise par un stage individuel en exploitation agricole de 6 semaines) permet à l'étudiant de maîtriser et de tester la pertinence des notions classiques de l'approche système appliquée à cet objet :

- histoire et objectifs du couple famille-exploitation ;
- contraintes et potentialités, parmi lesquelles celles du milieu physique ;
- système de production et sous-systèmes de culture et d'élevage ;
- activités non agricoles ou para-agricoles, sur l'exploitation ou hors exploitation ;
- relations avec l'environnement socio-économique matérialisées par des flux divers (de produits, d'argent, de travail, d'information, etc.).

Surtout, il apprendra à mettre ces notions en relation, ou plutôt à déceler et mesurer les interactions des réalités qu'elles désignent et leur dynamique. C'est la (re)construction du tout complexe à partir de ses composantes et de leurs interrelations organisatrices. De proche en proche, il est ainsi amené à saisir la portée de la définition de l'exploitation agricole familiale comme un système complexe : ouvert, autorégulé, dynamique et en interaction permanente avec son environnement. C'est sur cette base que pourront être alors diagnostiquées les capacités et modalités d'autotransformation de ce système, sous l'effet tant des contraintes extérieures (variations des macrosystèmes englobants) que de leur répercussion sur l'évolution de ses contradictions internes. Bref, la question du degré de reproductibilité du système considéré et des conditions de celle-ci pourra être alors correctement posée.

D'autre part, la mise en œuvre des principes de la recherche-développement auxquels les étudiants sont par ailleurs sensibilisés leur permettra de fonder toutes ces caractérisations, diagnostics et propositions sur une analyse des pratiques paysannes, de leurs fondements et de leur logique, l'hypothèse implicite de la démarche étant la cohérence du comportement des agriculteurs dans un système de contraintes donné et par rapport à des objectifs définis.

Ces mêmes démarche et approche sont mises en œuvre aux autres échelles d'analyse et pour les autres objets d'étude énumérés ci-dessus (étude régionale, évaluation de projets...). C'est ainsi, progressivement, que se fait la formation de l'étudiant à la recherche-développement, dans sa double dimension d'apprentissage d'une problématique et d'acquisition d'une maîtrise des instruments d'analyse. L'approche systémique est dorénavant l'outil lui permettant d'appréhender correctement une réalité donnée et, le cas échéant, d'agir sur elle de façon intelligente et opératoire.

Organisation du cursus et progression pédagogique

Il n'est pas possible de présenter ici le détail des disciplines et de l'organisation de l'enseignement à travers lesquelles est mise en œuvre cette philosophie générale de formation (DAC, 1990). Nous allons simplement préciser les principales articulations du cursus à travers lesquelles elle se concrétise.

Une organisation générale en trois ans

A partir d'une admission à bac + 2, l'ensemble des enseignements de la première année (cours fondamentaux et spécialisés, travaux dirigés) a été arrêté de façon à fournir à l'étudiant les connaissances de base qui lui seront nécessaires pour l'analyse ultérieure des différentes dimensions du développement agricole et rural. Il s'agit de mettre à profit les bases scientifiques et méthodologiques acquises au premier cycle pour atteindre un niveau de connaissances scientifiques et techniques (sciences agraires, économie du développement, outils méthodologiques) permettant l'approche systémique des réalités agraires qui constitue la problématique centrale de la formation entreprise.

Les connaissances acquises en première année constituent les bases indispensables pour la valorisation d'un enseignement de deuxième année orienté vers l'étude des systèmes de production dans le cadre de l'exploitation agricole (approche micro-économique), et celle des problèmes de développement locaux et régionaux (approche macro-économique et caribéenne). Les travaux de terrain tiennent désormais une place centrale dans le processus de formation. Les mémoires constituent alors un instrument pédagogique important comme outil de formation (synthèse, rédaction), sanctionnant les travaux de terrain. Les autres

enseignements fournissent les outils scientifiques pour l'étude du terrain. Ils permettent de resituer le référentiel acquis dans un cadre d'analyse plus vaste.

Plus encore que les précédentes, la troisième et dernière année de formation est consacrée à la formation par la recherche. L'objectif étant de former des esprits scientifiques aux problèmes complexes du développement agricole, plutôt que d'offrir un enseignement spécialisé par options, on s'attache durant le premier trimestre à acquérir ou perfectionner la maîtrise des outils méthodologiques et des règles de la démarche scientifique. Le plus gros du temps de travail est consacré à l'affinement du protocole de recherche (sur la base d'un sujet choisi par l'étudiant dans un éventail restreint qui lui est soumis en fin de deuxième année) et aux travaux de bibliographie et de méthode. La seconde partie de l'année est, quant à elle, entièrement consacrée à l'élaboration finale de la "thèse de magistère" (mémoire de fin d'études mais problématisé) dans l'un des trois champs disciplinaires fondamentaux du cursus : agronomie, zootechnie, économie.

Ainsi, si cette troisième année de magistère fait appel aux modalités d'apprentissage et de production de connaissance telles qu'elles sont largement utilisées dans le monde professionnel (recherches et études documentaires, communication écrite et orale, utilisation de l'outil informatique, techniques de traitement des données, modélisation), elle est surtout caractérisée par cette période exceptionnelle dans un processus de formation : une recherche active et finalisée au cours de laquelle l'étudiant est confronté individuellement à un problème complexe. C'est la réalisation de la thèse de magistère qui couronne, en fait, toute la démarche pédagogique de la formation, puisque l'étudiant, à partir de l'ensemble de ses acquis et du travail préparatoire et méthodologique du premier trimestre, devra traiter un sujet de recherche, parachevant ainsi sa formation par la mobilisation et la mise en œuvre sur un objet unique de toutes ses connaissances. Le triptyque requis pour chaque étudiant est le suivant : un protocole de recherche, une équipe d'encadrement d'une ou deux personnes (enseignant, chercheur ou professionnel), et un terrain d'application (qui peut se situer dans n'importe quel territoire de la région). L'étudiant dispose de dix mois durant lesquels il collecte ses données, les traite, parfait sa bibliographie, affine sa problématique, produit son analyse et rédige. Les sujets de recherche retenus sont assez larges pour permettre la mise en œuvre d'une analyse globale, mais suffisamment précise pour nécessiter le recours à des connaissances disciplinaires données (à titre d'exemple : Garganta, 1989 ; Jacques, 1991 ; Lordinot, 1993). Ils sont à dominante agronomique, zootechnique ou économique, tout en autorisant une approche de type systémique. La soutenance a lieu devant un jury pédagogique, élargi aux personnes compétentes sur chaque sujet. C'est donc là que la familiarisation progressive, tout au long de la formation, à la démarche systémique peut principalement s'exprimer à la fois comme outil de la recherche conduite et comme résultat d'un apprentissage de l'approche de la complexité.

Principales modalités pédagogiques

Nous passerons ici sur les différentes modalités pédagogiques utilisées classiquement dans toute formation universitaire, même si elles ont subi en l'espèce d'importantes inflexions pour les adapter aux spécificités d'une formation à la recherche-développement :

- cours et conférences permettant de dispenser les éléments théoriques de chacune des disciplines et toute connaissance de base ;
- travaux dirigés, individuels ou collectifs, en salle ou à l'extérieur, *in situ* : sorties courtes permettant des observations ou la collecte de données sur un thème précis, ou travaux dirigés se déroulant sur l'ensemble de l'année scolaire, destinés à permettre un suivi (de culture, d'observations particulières, etc.) ; ou encore travaux dirigés durant lesquels l'étudiant établit lui-même le contenu du cours à partir de documents et de bibliographies indiqués par l'enseignant.

Ces différents types de travaux dirigés s'appliquent aux différentes disciplines dans une combinaison ajustée, tout au long du cursus, aux compétences et à l'autonomie de travail acquises progressivement par les étudiants.

Nous soulignerons préférentiellement le rôle et la place des stages dans la formation des étudiants, car ils sont le support d'un autre grand principe directeur du cursus élaboré : l'articulation, pédagogiquement essentielle, entre pratiques de terrain et enseignements méthodologiques.

La première vocation des stages est de permettre de confronter l'étudiant au réel en l'obligeant à mettre en œuvre l'ensemble de ses connaissances pour l'analyse d'une situation complexe. A l'inverse, ils suscitent des interrogations permettant un fructueux questionnement de l'enseignement théorique. Ils constituent de ce fait un moment privilégié du dispositif pédagogique qui vise à réaliser une articulation fonctionnelle entre cours magistraux, cours appliqués, séminaires et travaux dirigés, d'une part, et travaux de recherche-développement, menés sur le terrain, d'autre part.

La démarche de formation adoptée vise, en effet, à faire participer activement les étudiants à la production des connaissances, avec un effort constant, sur le plan pédagogique, pour leur assurer une initiation pratique à la recherche. C'est une modalité essentielle d'acquisition de l'indispensable attitude scientifique face au réel dont ils devront faire preuve dans le cadre des actions de recherche-développement dans lesquelles ils seront impliqués.

De ce point de vue, le rôle des stages (et de toutes les activités pédagogiques faisant une large place aux travaux de terrain) peut ainsi s'expliciter : les connaissances véhiculées par les enseignements théoriques sont d'autant mieux assimilées qu'elles correspondent aux interrogations et préoccupations intellectuelles suscitées par la confrontation avec le réel. L'analyse menée par les étudiants en étroit contact avec le monde rural constitue l'une des étapes importantes pour l'établissement de leur référentiel. C'est pourquoi la ligne directrice de l'ensemble de la formation est représentée par les travaux menés sur le terrain, sous l'encadrement étroit des principaux professeurs, ces séjours prolongés représentant environ un tiers de la scolarité totale. Les enseignements (cours, séminaires) viennent se greffer sur le travail d'enquête que les étudiants ont à mener individuellement ou par petits groupes. Ils ont pour but d'assurer les connaissances nécessaires à la compréhension et à la réalisation de ces enquêtes et de toute analyse

in situ. Celles-ci, à leur tour, engendrent de nouvelles interrogations auxquelles cours et séminaires ordonnés dans le temps permettent de répondre. Les stages et séjours de terrain scandent ainsi l'ensemble de la progression pédagogique et structurent l'acquisition progressive par les étudiants des connaissances et outils méthodologiques qui sont au cœur de la formation dispensée. La réalisation de ce processus présente, certes, certaines difficultés ; mais il n'y a pas d'illusions à se faire : si l'objectif visé est de former des cadres compétents dans le domaine du développement, il est impératif qu'ils soient confrontés jusque physiquement aux réalités, en perpétuelle situation de recherche.

La mobilisation du potentiel des organismes non universitaires

La triple dimension du dispositif envisagé nous a conduits à rechercher, dès le départ, les concours indispensables parmi les institutions dont l'une ou l'autre des composantes de base du projet (recherche, formation ou développement) constituait le champ d'action naturel.

Un éventail très large de partenaires institutionnels

S'agissant de formation universitaire supérieure agricole, et compte tenu des particularités du découpage français des compétences institutionnelles, nous avons privilégié le ministère de l'Education nationale (DESUP : Direction des enseignements supérieurs) et celui de l'Agriculture (DGER : Direction générale de l'enseignement et de la recherche). La dimension caraïbe du dispositif devait, quant à elle, nous assurer la collaboration des ministères de la Coopération et des Affaires étrangères, tandis que la dimension recherche nous permettait de compter sur celle du ministère de la Recherche et des grands instituts qui en dépendent. Enfin, au titre de la formation locale de cadres du développement régional, les assemblées élues des trois départements français d'outre-mer de la région furent sollicitées pour une aide en matière de crédits de fonctionnement.

Le rôle central de la collaboration des chercheurs

Mais le plus décisif dans ce montage pluri-institutionnel reste la participation des chercheurs confirmés, tant locaux que de France hexagonale, ou, de façon malheureusement moins notable, de la région même. Comme nous l'avons indiqué, en effet, une des considérations ayant explicitement présidé à la création en 1984 à l'Université des Antilles et de la Guyane du cycle d'études Développement agricole caraïbe (accrédité par le ministère de l'Education nationale comme formation de magistère en 1988) fut la prise en compte du potentiel de recherche important existant localement. En effet, la nature même de son cursus articulant sciences agronomiques et socio-économie du développement impliquait la collaboration des instituts de recherche pour toutes les disciplines traditionnellement non représentées à l'université.

Mieux, l'opportunité et les objectifs de sa création furent discutés et élaborés en concertation avec de nombreux chercheurs de ces institutions et leur engagement formel de participation au déroulement et à l'orientation des enseignements acquis préalablement. La sensibilisation des chercheurs au rôle majeur de la formation, si elle n'est pas toujours aisée, est en fait indispensable à la réussite même du projet, qu'il s'agisse de participation à la formation ou de collaboration aux directions de recherche spécifiques que celle-ci nécessite. Au départ, il n'y a pas de liens organiques entre recherche, formation et développement. Il faut donc mobiliser les compétences de chacune de ces sphères séparées par leurs objectifs propres, leurs champs d'action spécifiques... et les logiques internes de leurs appartenances institutionnelles respectives. Et ce n'est que progressivement que peut se constituer, sur la base de la formation ainsi réalisée et d'un projet partagé, un dispositif associant étroitement ces trois dimensions d'une action transformatrice organisée sur le réel.

La mise en place d'un dispositif intégré de recherche-formation-développement

Valeur et limites de la recherche-développement

La recherche-développement peut se définir comme une recherche-action participative associant étroitement chercheurs, agents de développement et producteurs agricoles dans un processus commun d'analyse globale, d'expérimentation et d'intervention sur les systèmes de production d'une région. Soucieuse de la reproductibilité agro-écologique et socio-économique des systèmes qu'elle étudie, elle est aussi conduite à travailler sur les champs d'influence (milieu naturel et environnement socio-économique) dans lesquels ceux-ci sont immergés. Enfin, préoccupée par la durabilité de ces systèmes, elle intègre l'étude des dynamiques de ceux-là et de ceux-ci dans l'éventail de ses travaux.

On sait que l'émergence de la recherche-développement a été une réponse aux échecs des transferts verticaux de technologies ou aux effets pervers de la Révolution verte. Pour la recherche, elle concrétise une volonté de pratiquer une approche pluridisciplinaire, ouverte sur la complexité du fonctionnement de l'économie paysanne. Les acteurs du développement y trouvent, eux, une réponse au constat d'inadéquation des solutions toutes faites préconisées par la recherche, en l'absence de participation des agriculteurs à la détermination des problèmes et à l'élaboration des solutions.

Cependant, les forces mêmes de la recherche-développement constituent aussi ses limites : compte tenu de son exigence légitime d'action au plus près des populations concernées, et de la nécessaire souplesse de programmation qu'exige sa démarche même, elle concentre généralement des ressources humaines et matérielles importantes sur un espace limité (petite région, district, voire bassin versant...). Ses adversaires ne s'y trompent pas qui lui reprochent son impact limité et l'impossibilité où elle se trouve souvent d'atteindre un point de non retour, c'est-à-dire un stade où les transformations opérées et les formes d'organisation impulsées survivent à la cessation du programme de recherche-développement qui les a suscitées.

C'est la question bien connue du "changement d'échelle" : il ne s'agirait que de chercher à transposer sur une aire plus

vaste des solutions et des méthodes ayant fait leurs preuves sur l'aire restreinte de départ. Il nous semble que poser ainsi le problème élude précisément la question du comment, et ne fait que reporter sur d'autres, ou sur des étapes ultérieures du programme, le problème des conditions de son extension. Il ne peut, en effet, s'agir d'un simple élargissement, car les conditions inhérentes aux programmes de recherche-développement font qu'ils "tronquent" quelque peu la réalité socio-économique, en court-circuitant bien des pesanteurs. Ainsi la liberté d'agir vis-à-vis des pouvoirs locaux ou l'accès direct à la population-cible que se ménagent ces programmes ne sont possibles que grâce à l'existence de ressources propres au projet et à sa qualité d'opérateur extérieur par rapport aux institutions. Or c'est justement l'appui des ressources institutionnelles qui permettrait l'extension du programme, et c'est bien pourquoi les responsables d'un programme de recherche-développement se préoccupent, dès le démarrage du projet, de nouer les alliances institutionnelles nécessaires, tant pour le fonctionnement sur l'aire restreinte que pour permettre son éventuelle extension future. Et c'est précisément à ce niveau que se situe le hiatus.

Car une chose est que les institutions appuient (ou tolèrent) le fonctionnement d'un projet dans un cadre délimité et pour une période donnée, une autre est que ces mêmes institutions aient les conditions de réalisation, en partie ou en totalité, des objectifs de développement fixés, par les moyens et méthodes proposés, pour l'ensemble de la population concernée. A la nouvelle échelle de travail envisagée, le projet de développement rencontre des résistances qu'il était plus facile de contourner à une échelle limitée. Le relais par les institutions, la mise en place d'organisations professionnelles, le problème de la formation des cadres deviennent alors autant de difficultés face auxquelles les acteurs de la recherche-développement "classique" peuvent se trouver démunis. Au mieux, le programme de recherche-développement conduit jusque-là avec un certain succès devient un "projet pilote" qu'il appartiendra à de nouveaux responsables, à de nouvelles institutions, de reproduire ailleurs ou sur une région plus vaste, en s'appuyant éventuellement sur le terrain d'action initial qui devient ainsi terrain de démonstration.

Mais, même en admettant la disponibilité quantitative des ressources matérielles et humaines pour intervenir à cette nouvelle échelle de travail, où trouver les chercheurs et techniciens formés à ces approches et disposant du référentiel requis? Et comment convaincre les institutions qui les abritent, lorsqu'ils existent, de travailler dans cette nouvelle perspective?

Deux éléments indispensables à tout changement d'échelle ou à l'extension/démultiplication du programme de recherche-développement se révèlent alors : l'accumulation des connaissances et de l'expérience au sein même de la région de travail, et un creuset de personnes correctement formées, à la fois dépositaires et productrices de cette accumulation, et préparées à l'action sur le terrain.

C'est à ce double titre que la formation apparaît comme une condition préalable incontournable pour résoudre les problèmes du "changement d'échelle" (mais aussi, par conséquent, de nature) de la recherche-développement : l'extension et la reproductibilité de la recherche-développement font maintenant partie intégrante de ses propres objectifs...

Pour un dispositif intégré de recherche-formation-développement

Si l'on entend la recherche-formation-développement comme un processus de changement social ayant pour finalité le renforcement des agricultures familiales, cela entraîne des choix stratégiques et des méthodes (tactiques) particuliers. Parmi ceux-ci, celui de l'élargissement de l'échelle d'intervention par le biais d'un travail s'appuyant sur les organisations paysannes (lorsqu'elles existent et ne sont pas discréditées) mériterait d'être développé. Cependant, nous ne l'aborderons pas, pour en rester aux questions liées au rôle de la formation.

La volonté d'accumulation sur place et la formation

L'accumulation sur place des connaissances scientifiques, techniques et organisationnelles nécessaires à l'action apparaît comme une condition indispensable à la reproduction élargie de la démarche. La formation supérieure, par les possibilités de synthèse et de systématisation des connaissances qu'elle offre, joue d'abord un rôle décisif dans cette nécessaire fonction d'accumulation locale que doit comporter tout dispositif de recherche-formation-développement : les avancées de la recherche comme les enseignements des expériences et projets de développement doivent être cumulées pour servir de base à des progrès continus, lesquels pourront d'ailleurs être réinvestis dans la formation, etc. Processus dialectique et cumulatif, mais aussi dynamique : le processus de formalisation des connaissances scientifiques, pour être pleinement opératoire, doit être constamment articulé avec la réalité *hic et nunc* pour permettre l'ajustement constant des orientations de l'action. La formation supérieure devient ainsi l'un des pivots essentiels de l'accumulation du savoir scientifique et technique dans la région, première exigence de la reproduction élargie des processus de recherche-développement.

Elle est aussi l'outil privilégié d'une appropriation tant des résultats que des méthodologies, par l'ensemble des partenaires, permettant ainsi la reproductibilité de l'expérience et la pérennité du travail entamé, au-delà des limites d'espace et de temps du projet. Elle est enfin la garantie de la durée et de la reproductibilité de tels dispositifs pour une autre raison simple : nulle part ailleurs ne sont formés, dans cette optique, les jeunes devant assurer la relève des équipes en place, ou la démultiplication des actions entreprises. La formation contribue ainsi à l'auto-alimentation des dispositifs et à la pérennité de leur fonctionnement.

Jusqu'ici, cependant, si les méthodes (approche systémique) et l'objet de recherche (les agricultures paysannes à renforcer) se sont bien modifiés (de la recherche par produit à la recherche sur les systèmes paysans), l'accumulation scientifique continue à se faire dans les pays du Nord. Elle emprunte deux canaux essentiels : d'une part, les travaux des chercheurs expatriés (qui sont naturellement valorisés dans leurs institutions d'appartenance) et, d'autre part, la formation supérieure des étudiants des pays développés, comme de ceux des pays du Sud, à travers les mé-

moires d'études et travaux futurs réalisés dans les institutions d'enseignement supérieur et de recherche des pays du Nord. En soi, la recherche-développement ne change en rien ces mécanismes. Au contraire, par les conditions de terrain idéales qu'elle offre, elle facilite l'obtention d'allocations et de bourses d'études et de recherche. Du fait de ses succès relatifs et du "courant porteur" dont elle bénéficie, la recherche-développement se voit plus facilement octroyer les budgets de recherche pour le développement par les pays donateurs, qui, dans la lutte d'influence qu'ils se livrent, ne peuvent qu'appuyer cette politique de formation chez eux de "transfuges" du Sud, politique qui sert le processus d'accumulation au sein de leurs institutions...

L'ambition spécifique de la recherche-formation-développement

Si ces mécanismes sont, somme toute, "naturels", nous devons néanmoins nous efforcer de les faire participer à l'effort d'accumulation sur place. Car la question de l'accumulation régionale ou nationale à travers les institutions existant localement renvoie souvent à la question de leur transformation : l'inflexion progressive de leurs préoccupations historiquement orientées vers les secteurs dominants de l'agriculture est aussi une des tâches auxquelles la formation supérieure à la recherche-développement peut contribuer.

La recherche-développement, comme méthode d'approche des problèmes du développement agricole et rural, doit donc continuer de s'affirmer. Mais, pour l'indispensable transformation du rapport de forces en faveur des agricultures paysannes, il ne peut s'agir seulement d'y ajouter de la formation. Car la recherche-formation-développement n'est plus un simple projet, limité dans l'espace et dans le temps. C'est la constitution progressive d'un dispositif intégré, en phase avec les réalités locales, permettant d'amorcer le lent et patient processus de transformation de l'ensemble des conditions locales du développement.

La formation supérieure à la recherche-développement, qui offre seule la triple garantie d'une action en phase avec les réalités, durable et reproductible, doit être au cœur d'un tel dispositif, en étroite interaction avec ses deux autres composantes.

Références bibliographiques

Bory A., Paul J.L., 1991. *La formation universitaire à la recherche-développement : approche systémique et pratique du réel.* Communication au séminaire latino-américain sur "La formation universitaire au développement agricole", Managua, Nicaragua, UCA, 17 p.

DAC, 1990. *Syllabus des trois années de la 4e promotion du Magistère.* Pointe-à-Pitre, Guadeloupe, Département agronomie tropicale, Université des Antilles et de la Guyane, 55 p., 33 p., 15 p.

Garganta E., 1989. *Système agraire et dynamique agricole à Mana (Guyane).* Thèse de magistère, Université des Antilles et de la Guyane, Pointe-à-Pitre, Guadeloupe, 160 p.

Jacques T., 1991. *Etude des aménagements du bassin versant de la ravine Montrepos, Catin, Haïti.* Thèse de magistère, Université des Antilles et de la Guyane, Pointe-à-Pitre, Guadeloupe, 75 p.

Lordinot J.M., 1993. *Mise en évidence de l'effet azote du Pachyrhizus et potentialités de diffusion en milieu paysan. Application au cas du Nord Grande-Terre (Guadeloupe).* Thèse de magistère, Université des Antilles et de la Guyane, Pointe-à-Pitre, Guadeloupe, 67 p.

Mutual Learning in a Participatory On-Farm Research Project in Oregon, USA

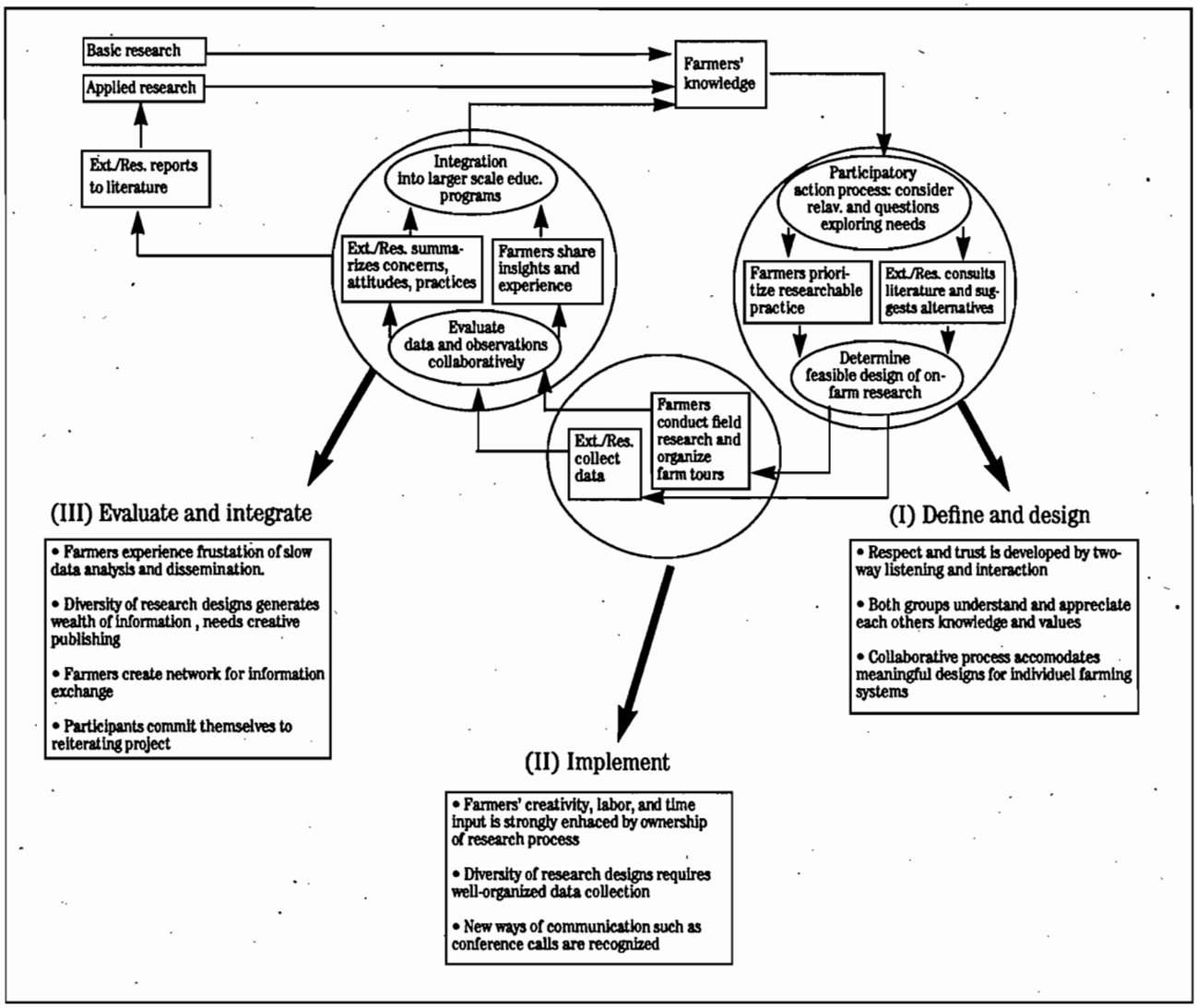
Seiter Stefan; William Ray; Luna John; McGrath Dan; TenPas Tom
Department of Horticulture, Oregon State University, Corvallis, Oregon, USA

In the summer of 1992, a project was initiated in which a collaborative and mutual learning process was emphasized. The intent was to give ownership of both process and results to the participating farmers. The objectives of the project were:

- (a) to improve farmer-designed research and to facilitate learning of farmers, and those working in research and extension, agribusiness, and government agencies;
- (b) to enhance vegetable production systems by improving farm profitability, by protecting water quality, and by enhancing long-term soil productivity.

Figure 1 illustrates the processes involved in the project and summarizes the learning that occurred during each step. Specific examples are described in the text.

Figure 1. *Project elements and associated learning.*



In phase I (define and design), farmers, and those working in research and extension, agribusiness, and government agencies interacted closely in farmer-led focus sessions. As a result, farmers decided to experiment with cover cropping in their fields. Farmers' objectives were diverse and numerous. One target was to evaluate cover crop species and mixtures that suit crop rotation and soil type, and the personal interests of the producers. Tested species included grasses, small grains, and legumes. Farmers also planned to experiment with different methods of cover crop establishment including over-seeding of grasses into pumpkin and interseeding of legumes in sweet corn. Another area of experimentation focused on different tillage methods including no-till planting of sweet corn in winter-killed cover crops. Farmers designed their experiments with the assistance of extension and research personnel. Research designs ranged from unreplicated large-scale strips to replicated small-plot designs.

During the cover-crop season in phase II (implement), farmers invented new farming methods. One farmer, for example, used rye grain as cover in autumn; the following spring, the beds were scalped prior to planting. Due to the diversity of research designs, it was not possible to standardize data collection, and communication between researchers became very important. Telephone conference calls proved to be an effective, resource-economical way for farmers and researchers to discuss concerns and mutual learning that arose during the cover-crop season.

Data analysis in phase III (evaluate and integrate) took too long for farmers to be able to adjust their farming practices. For example, farmers were interested to know how much nitrogen was produced by the cover crops so that they could modify fertilizer rates. After the cover-crop season, meetings were arranged for participants to share experiences. Even though many questions remained unanswered, most farmers wanted to conduct cover-crop experiments the following year.

The project had two main objectives. Positive feedback from all groups concerned indicated that mutual learning had been facilitated. Also, farmers' commitment to reiterating the project indicated that they perceived the project as being beneficial. Preliminary data collected from farmers' fields suggested that water quality had been protected through the use of certain cover crops. Lower soil nitrate levels were measured in fields planted with small grain cover crops such as rye compared with fallow fields or legumes. Whether overall farm profitability and soil productivity enhancements were achieved will be evaluated in the long-term by a collaborative partnership of farmers and researchers.

Using Systems Analysis to Help Research and Extension Managers Identify and Solve Linkage Problems

Swanson, Burton E
University of Illinois, Urbana-Champaign, IL, USA

Introduction

Since 1984 INTERPAKS has undertaken a major research activity using systems analysis to analyze agricultural technology systems (ATS). The methodology has been field tested and validated, and one aspect of the analysis has been translated into a major training module entitled Using Systems Analysis to Identify and Solve Linkage Problems. This module, which includes lecture notes, transparencies, and case study exercises, approaches teaching and learning through problem solving, consistent with systems analysis. It aims primarily to train research and extension managers to identify and solve linkage problems within their own technology system. The training module has been field tested, revised, and can now be used by other trainers.

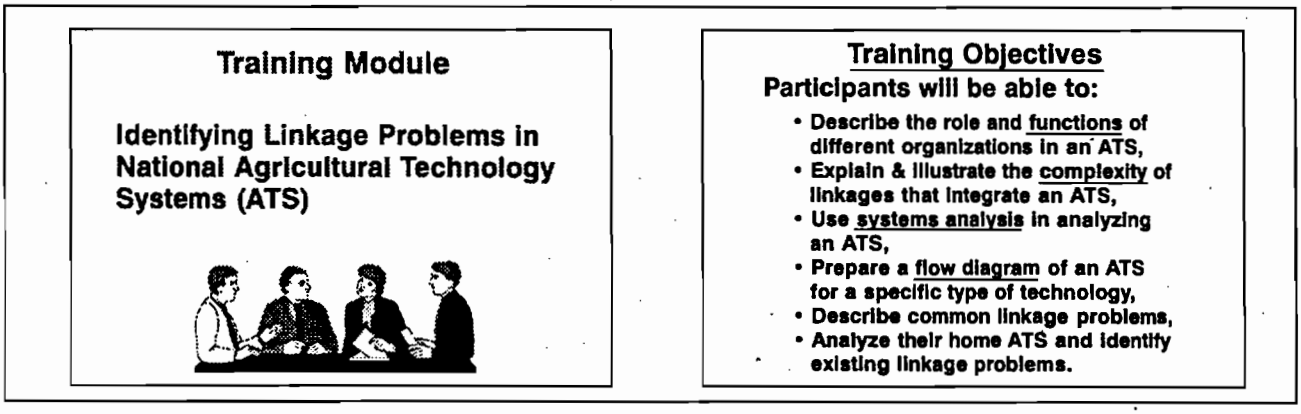
Methodology

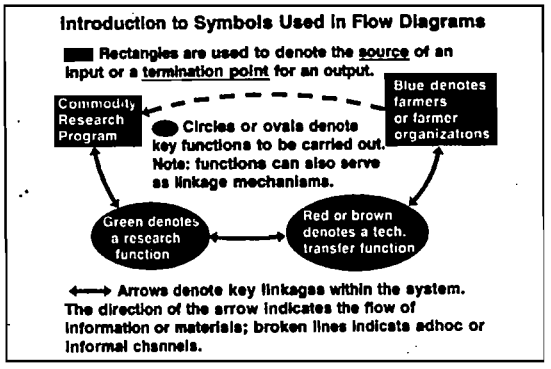
The methodology relies heavily on the use of flow diagrams, which are used to introduce participants to the major functions, linkages, and feedback loops involved in the development and utilization of different categories of agricultural technology. 'Top-down' systems are contrasted with 'farmer'-driven systems, and case examples of poorly linked systems are illustrated. After diagraming the specific dimensions of their own system in order to identify important linkage problems, participants then examine the different mechanisms that might be used to solve these problems. The next step is for participants to simulate the use of these alternative mechanisms using a case study built around a fictitious country called 'Agrilandia'. In this exercise, they learn which mechanisms are the most appropriate for solving specific linkage problems. Finally, participants use consensus building to develop an action plan to solve actual linkage problems in their own national system.

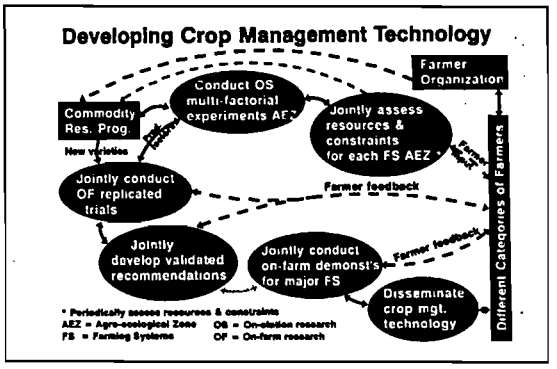
Applications

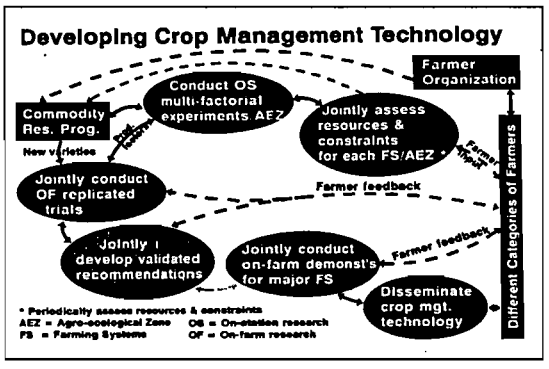
Although originally developed for use by senior managers within national or provincial ATS, the training module and the approach taken can be adapted easily for use in selected academic courses. The color transparencies (about 50) incorporated in the module include flow diagrams (to illustrate functional linkages), organograms (to illustrate structural linkages), and an agroecological map of Agrilandia. Six examples of these are shown in Figure 1.

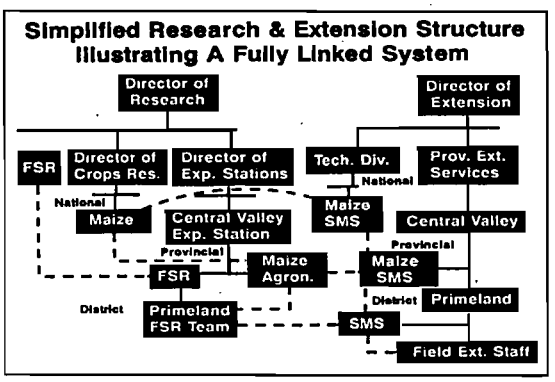
Figure 1. *Examples of transparencies used in the training module, Using Systems Analysis to Identify and Solve Linkage Problems in National ATS.*




Introduction to Symbols Used in Flow Diagrams
Rectangles are used to denote the source of an input or a termination point for an output.
Commodity Research Program
Blue denotes farmers or farmer organizations
Circles or ovals denote key functions to be carried out. Note: functions can also serve as linkage mechanisms.
Green denotes a research function
Red or brown denotes a tech. transfer function
Arrows denote key linkages within the system. The direction of the arrow indicates the flow of information or materials; broken lines indicate adhoc or informal channels.


Developing Crop Management Technology
Farmer Organization
Commodity Res. Prog.
Conduct OS multi-factorial experiments AEZ
Jointly assess resources & constraints for each FS AEZ *
New varieties
Jointly conduct OF replicated trials
Farmer feedback
Jointly develop validated recommendations
Jointly conduct on-farm demonst's for major FS
Disseminate crop mgt. technology
Different Categories of Farmers
* Periodically assess resources & constraints
AEZ = Agro-ecological Zone
FS = Farming Systems
OS = On-station research
OF = On-farm research


Developing Crop Management Technology
Farmer Organization
Commodity Res. Prog.
Conduct OS multi-factorial experiments AEZ
Jointly assess resources & constraints for each FS/AEZ *
New varieties
Jointly conduct OF replicated trials
Farmer feedback
Jointly develop validated recommendations
Jointly conduct on-farm demonst's for major FS
Disseminate crop mgt. technology
Different Categories of Farmers
* Periodically assess resources & constraints
AEZ = Agro-ecological Zone
FS = Farming Systems
OS = On-station research
OF = On-farm research


Simplified Research & Extension Structure Illustrating A Fully Linked System
Director of Research
Director of Extension
FSR
Director of Crops Res.
Director of Exp. Stations
Tech. Div.
Prov. Ext. Services
National
Maize
Central Valley Exp. Station
Maize SMS
Central Valley
Provincial
FSR
Maize Agron.
Maize SMS
District
Primeland FSR Team
SMS
Primeland
Field Ext. Staff

Agricultural Extension through Cooperatives in Zimbabwe

Mutimba, Jeff
33 Kensington Rd, Highlands, Harare, Zimbabwe

Abstract

Zimbabwe has experience of both simple and higher forms of cooperative. This poster reports the findings of a study that was conducted to establish the role of small farmers' organizations in agricultural extension. The performances of the various types of cooperative were assessed to establish their effectiveness as vehicles for agricultural extension. The study revealed that peasant farmers in Zimbabwe are widely organized into cooperatives. For 41% of members, the main attractions of the cooperative are the possibilities to share knowledge, laborforce, draft power, equipment, and transport, and to represent their interests in agropolitical matters. Of the 'joint operation groups', the clubs organized by the Zimbabwe Farmers' Union (ZFU) are the best equipped to meet the farmers needs. Their structure is particularly well suited to dealing with most agricultural issues. Joint operation groups provide the most acceptable form of cooperation between peasant farmers, whereas collective cooperatives are based entirely on external initiatives, with many instances of strangers being coerced into forming collectives. Problems include mutual distrust among members, lack of group cohesion, low performance levels, high membership turnover, and excessive government control.

Objectives and Main Results

The aims of the study were (a) to describe the functions and operations of the various types of cooperative in Zimbabwe, (b) to analyze and compare the performances of the various types of cooperative on the basis of structural organization and organizational variables, ability to meet farmers' needs, contact between extension worker and farmer, and adoption of technology, and (c) to recommend various measures on agricultural extension policy.

The definition of 'cooperative' adopted in the study encompassed the entire spectrum ranging from the lowest degree of community organization (mutual aid groups) to the highest (collective cooperatives). Farming is an integral part of the local collective.

Ten different types of agricultural cooperative were identified, according to the reason for which they were established. They are master farmer groups (to receive training organized by extension services), ZFU clubs (to represent farmers' interests), commodity groups (to produce and market specific crops), savings clubs (to save for the acquisition of inputs), good farming competition groups (to organize competitions), work groups (village groups in which labor and draft power are shared), nongovernmental organization (NGO) groups (formed at the initiative of an NGO, which often lends its name to the group; farmers receive NGO assistance), marketing and supply cooperatives (farmers buy and sell together), tractor cooperatives (to obtain and organize the communal use of tractors), and collective cooperatives (to farm collectively). Each was classified as a joint operation, 'cooperative farming' or 'collective farming' group on the basis of the group's degree of cohesiveness, land and property ownership, operation, and organization. Within each category, groups were sufficiently similar to allow general conclusions to be drawn and recommendations to be made.

L'approche systémique, cadre efficace pour la formation des professionnels du développement rural : le DAZ en Amazonie brésilienne

Cardoso Antonio [1]; Martins Paulo F.S.[2]

[1]UFPA / DAZ, BP 5036, Belém-Parà, Brésil

[2]FCAP / DAZ, BP 5036, Belém-Parà, Brésil

Origine

La formation académique traditionnelle prépare mal le jeune universitaire, futur chercheur ou vulgarisateur, à faire face à la "complexité" du développement rural. Face au gouffre qui sépare les "recettes" apprises de la réalité "têtue", le jeune diplomé n'aura généralement que l'alternative de se réfugier dans les structures sécurisantes de l'appareil de l'État ou, s'il choisit le terrain, de s'isoler derrière des "certitudes", condamnant les erreurs de ceux qu'il considérera comme "des paysans bornés et paresseux" puisque se refusant à adopter les paquets technologiques sauveurs. Forts de ces constats, quelques chercheurs et professeurs de plusieurs disciplines et de diverses institutions ont mis en place à l'Université fédérale du Para (UFPa) une formation de spécialisation "Agricultures familiales amazoniennes et développement agro-écologique" (DAZ). Cette formation qui a maintenant trois ans s'inspire largement de l'expérience de l'Université des Antilles et de la Guyane.

Principes directeurs

Destinée à de jeunes ingénieurs diplômés, agronomes et forestiers, la formation s'étale sur une année complète (cycle agricole) et est organisée autour de deux principes, tous les deux systémiques :

- Le réel dont on prétend participer à la transformation est complexe. L'approche systémique englobe la totalité des éléments du système étudié, proposant d'identifier leurs interactions et leurs interdépendances. Cette méthodologie permet de clarifier les règles pour faire face à la complexité du réel, puisqu'elle permet de situer et hiérarchiser les éléments sur lesquels se basent les décisions.
- Les relations entre connaissance et action sont intimes. Ainsi, pour Piaget, *"l'individu n'agit que s'il éprouve un besoin, c'est-à-dire si l'équilibre est momentanément rompu entre le milieu et l'organisme et l'action tend à rétablir l'équilibre, c'est-à-dire à réadapter l'organisme* ".

Organisation de la formation

Des deux principes précédents découle l'organisation de la formation.

- Interdisciplinaire, l'enseignement se propose de mettre en valeur les connaissances "analytiques" acquises pendant la formation de 2e cycle, les rappelant, les complétant et les organisant de façon à permettre leur insertion en systèmes ; il associe donc les résultats fondamentaux des sciences agronomiques, économiques, sociales et écologiques.
- Les niveaux d'organisation privilégiés sont ceux de l 'exploitation agricole familiale et de la localité. Ils constituent les niveaux d'agrégation supérieurs qui commandent le regroupement en blocs d'enseignement correspondant, grosso-modo, aux niveaux d'organisation inférieurs (figure 1).
- Les stages, ou plutôt les séjours de terrain, occupent la place centrale et commandent l'organisation du calendrier : au total 3 mois répartis sur 5 périodes . Ils ont pour objectif de confronter l'étudiant au réel en l'obligeant à mettre en oeuvre ses connaissances pour l'analyse d'une situation complexe. A l'inverse, ils suscitent des interrogations permettant un fructueux questionnement de l'enseignement théorique, qui pour sa part est judicieusement distribué dans l'année, pour permettre la progression des connaissances.

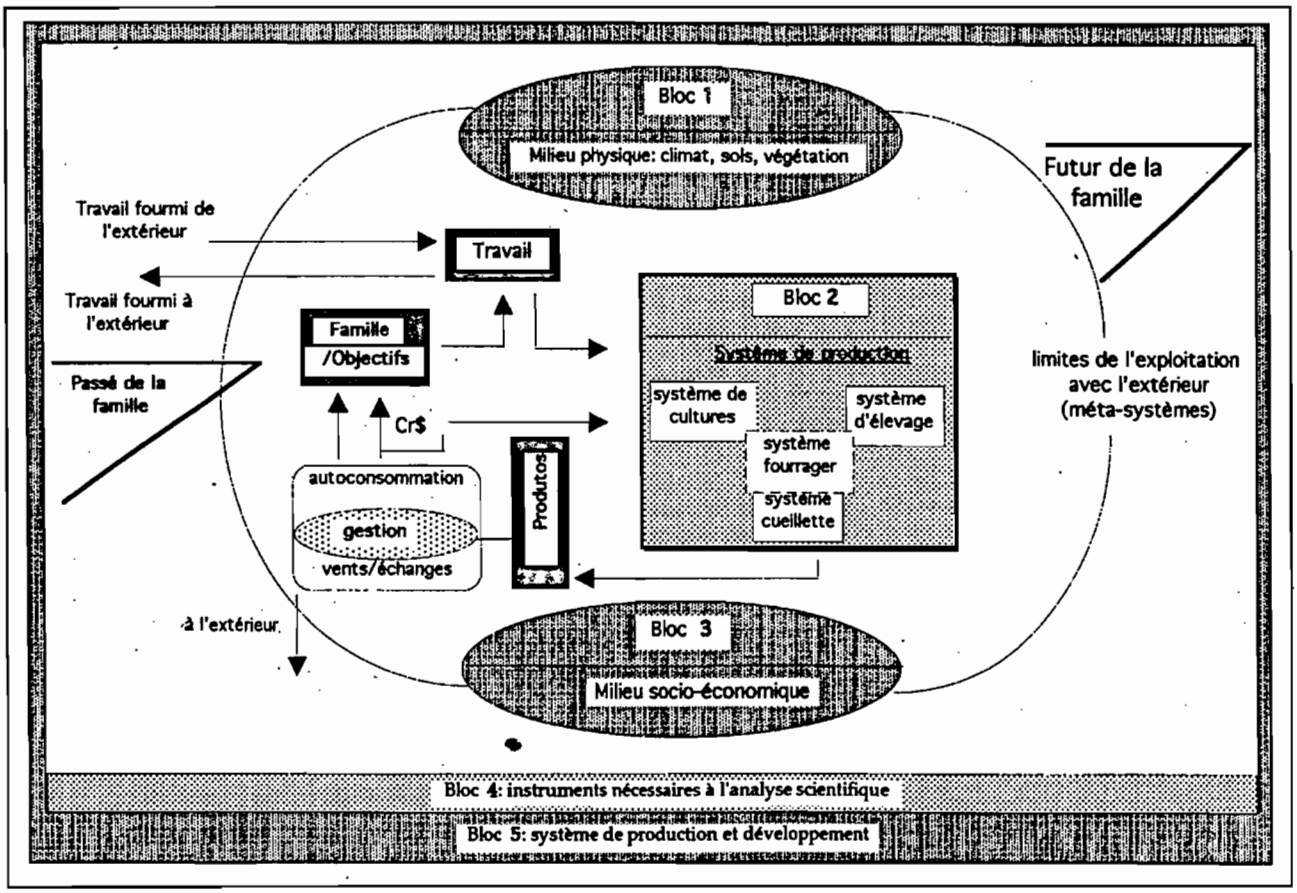


Figure 1. *Organisation de l'enseignement en blocs/étude de l'exploitation agricole (inspiré de Alain Bourgeois, Agriscope, 1983).*

- Les travaux dirigés (TD) consistent en des exercices effectués par l'étudiant avec l'aide des enseignants-orientateurs. Divers types (6) de TD, inspirés de la pratique déjà ancienne de Michel Sebillotte à l'Institut national agronomique de Paris- Grignon.
- Le contrôle de connaissances est exclusivement basé sur l'évaluation des rapports individuels et collectifs, écrits et oraux.

Principaux résultats

Commencé en août 1991, le DAZ se trouve actuellement dans sa 3e promotion et a déjà formé 23 professionnels qui travaillent actuellement en Amazonie dans divers projets de recherche-développement publics mais surtout d'organisations non gouvernementales (ONG).

Les travaux écrits par les étudiants durant leur formation constituent un matériau participant de la production de connaissances sur l'agriculture familiale de la région. En 1994 ont déjà été écrits de nombreux rapports tant "analytiques " que "systémiques" concernant 9 localités de deux régions de l'Amazonie orientale. Ils concernent entre autres :

– le milieu physique : climat, sols, végétations primaire et secondaire ;
– les sous-systèmes de production : chasse et cueillette, cultures, élevage ;
– le fonctionnement approfondi de l'exploitation familiale ;
– l'environnement socio-économique de l'exploitation ;
– les divers types de fonctionnement au sein d'une même localité.

Un autre résultat, non moins important, consiste en l'établissement et la consolidation d'un réseau de compétences amazoniennes susceptibles de renforcer sa propre recherche-formation. Commencé avec un petit nombre de chercheurs-formateurs, le cours a permis le rassemblement de chercheurs d'autres institutions.

Ces éléments constituent des facteurs décisifs pour la mise en place à l'université, d'un département relatif aux agricultures familiales .

Role of Crop Simulation Models as Educational Tools for Assessing Alternative Land and Crop Management Options

Feedback on the PERFED Model

Huda AKS

School of Agriculture and Rural Development, University of Western Sydney, Hawkesbury, Richmond, New South Wales, 2753, Australia

Background

The School of Agriculture and Rural Development at the University of Western Sydney, Hawkesbury, Australia, places emphasis on the learning of systems agriculture. The analysis of long-term data on climate, soil, and crops in the development of alternative management strategies for minimizing climate risk in farming is increasingly felt to be relevant to our education program. The approach of Huda (1994) to adjusting sown wheat areas in response to early-season rainfall provides a good framework for including simulation models in the development of research and education tools for assessing alternative farming strategies. Our students spend considerable time with farm families, analyzing relevant data to understand farming systems. It is our aim to promote use of crop simulation models as educational tools. Process-based simulation models permit analyses of land and crop potential using real-time data on climate, crop/pasture, soil, and management.

Model

The PERFED model (Glanville, DeVoil 1993), which is based on the PERFECT (Productivity Erosion Runoff Functions to Evaluate Conservation Techniques) model (Littleboy et al 1993), was used in this study. The following model set-up parameters were easily edited to accommodate our needs: location, soil type, and profile description (to account for soil water). The model makes it possible to analyze alternative cropping systems (options of monoculture, opportunity cropping depending on the amount and distribution of rainfall, soil water, and planting windows), weed control (primary tillage, secondary tillage, rain for weed growth), and erosion (field slope, slope length, soil capacity for erosion).

Daily climatic data (1889—1989) for Walgett, New South Wales, Australia, were used to simulate wheat yield for two soil types: (a) soil with 95 mm plant-available soil water (PAWC) (low-PAWC soil), and (b) soil type with 236 mm PAWC (high-PAWC soil).

Results

The annual rainfall in Walgett ranged from 171 mm to 922 mm (mean, 479 mm). Simulated results on soil evaporation, transpiration, soil water, runoff, drainage, soil loss, wheat grain yield, and gross margins were examined. The mean water balance indicated that soil evaporation was similar in both soils (64% in high-PAWC soil; 65% in low-PAWC soil). Transpiration was lower (21%) in low-PAWC soil than in high-PAWC soil (31%). Runoff was greater in low-PAWC soil (12%) than in high-PAWC soil (4%). Drainage was 2% from low-PAWC soil, and 1% from high-PAWC soil.

The median annual runoff was 31 mm from low-PAWC soil, and 5 mm from high-PAWC soil. Annual runoff ranged from 11 mm to 328 mm in low-PAWC soil, and from 5 mm to 198 mm in high-PAWC soil.

The median annual drainage was 7 mm from low-PAWC soil, and only in 10% of years did drainage occur from high-PAWC soil.
The higher water losses from low-PAWC soil had significant impact on soil erosion. The median soil loss from low-PAWC soil was 3 t/ha, whereas soil loss from high-PAWC soil exceeded 1 t/ha only in 30% of years.
Median simulated wheat grain yields were greater for high-PAWC soil (1.7 t/ha) than for low-PAWC soil (1.4 t/ha). The low-PAWC soil experienced more crop failures (3 years in 10) than high-PAWC soil (1 year in 10).

Feedback

Application of the PERFED model allowed detailed analyses of environments including climate and soil and the effects of management practices on final yield and productivity. Simulation results, however, need validation with actual field data. A cooperative project has been funded by the Australian Grains Research and Development Corporation to analyze cropping systems in New South Wales. Data from a number of field experiments conducted in this region in the past will be analyzed. The simulation results of the PERFED model will be compared with these field measurements.
The PERFED model appears to be a promising educational tool. It has been used in our classrooms to demonstrate to students the impacts of different soil types on crop performance. The effects of alternative land management practices (time of sowing, planting rules such as minimum amount of rain and soil moisture required for planting) have been demonstrated to students using long-term data. Graphic representation of the soil—water balance was particularly useful for illustrating how different components such as transpiration, soil evaporation, runoff, and drainage may be manipulated through alternative land management practices. Also, the calculation of gross margins by accounting for cultivation costs, wheat yields, and product price allowed our students to gain useful experience in farming systems analysis.

References

Glanville S, DeVoil P. 1993. PERFED: an educational tool to demonstrate outcomes of agricultural management decisions. Toowoomba, Australia: Queensland Department of Primary Industries. 6 pp.

Huda AKS. 1994. Management strategies to minimise climatic risk to wheat production in low rainfall areas of southern Australia. Agricultural and Forest Meteorology 69:125—147.

Littleboy M, Silburn DM, Freebairn DM. 1993. PERFECT: a computer simulation model of productivity erosion runoff functions to evaluate conservation techniques. Brisbane, Australia: Queensland Department of Primary Industries. 119 pp.

Projet de formation en matière d'expérimentation adaptative et de transfert technologique

Fernandez Alsina Carlos
INTA, Alsina 1407, 8° of.681, 1088 Buenos Aires, Argentine

Résumé
Une observation fréquente a montré que la vulgarisation s' avère fortement limitée par le manque de méthodologie pour identifier clairement les problèmes qui limitent la productivité des systèmes réels de production, d' une part, et les solutions ou les réponses précises aux problèmes posés, d' autre part.
C' est à partir de ce diagnostic que l' INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuária) *introduit l' expérimentation adaptative (recherche dans les champs d' agriculteurs qui utilise l' approche systémique) comme une stratégie qui puisse adapter les recommandations technologiques aux besoins des agriculteurs.*

Objectif

L'objectif principal de la formation des techniciens à travers l'approche systémique est de parvenir à maîtriser une méthodologie qui montre à l'entrepreneur, avant de faire un investissement dans une ressource nouvelle (c'est-à-dire avant d'adopter une innovation), l'expression tangible, dans des conditions facilement comparables, de la nouvelle fonction de production que l'emploi de cette ressource nécessitera.
La formation est de type *"learning by doing"*, c'est-à-dire l'apprentissage par l'action. La méthodologie à développer repose sur la réalisation de séminaires successifs visant à une formation intégrale.
Cette formation va permettre:
- de motiver les participants aux thèmes développés et de les associer à l'utilisation des méthodologies qui permettent d'identifier les problèmes de la production, leurs causes et les solutions pertinentes ;
- de s'assurer de l'utilisation correcte des méthodologies moyennant des actions sur le terrain et de vérifier les résultats avec la comparaison entre la technologie actuelle et la technologie recommandée ;
- d'obtenir comme produit principal un groupe de professionnels encadrés (dans chaque centre expérimental), qui puisse assurer la continuation de cette formation dans d'autres centres d'expérimentation.

Résultats (cycle 1993)

Première évaluation sur le terrain de la mise au point de la méthodologie de l'expérimentation adaptative (EA) par différentes équipes interdisciplinaires.
- Formation de 12 professionnels dans l'ojectif d'augmenter la productivité en agriculture et en élevage (province de la Pampa).
- Formation de 7 professionnels qui travaillent avec 20 chercheurs et vulgarisateurs dans le projet d'agriculture et de conservation du sol (province de Entre Ríos).
- Formation de 60 professionnels sur la mise au point de la méthode du bilan partiel appliquée aux expérimentations (provinces de la Pampa, Entre Ríos, Buenos Aires et Santa Fé).

Conclusion

Le défi des dernières années pour le système de génération et de transfert de technologie au niveau national et international est la formation d'équipes de travail interdisciplinaires. Dans ce domaine, l' expérimentation adaptative, utilisée comme méthode de formation, ne peut se réaliser que d' une manière interdisciplinaire.
Le programme de formation continue destiné aux chercheurs et aux vulgarisateurs qui ont travaillé sur ce sujet nous a montré une voie de formation à succès. D'une part, la formation permet de mieux comprendre les pratiques des agriculteurs (dans leurs systèmes), et d'autre part de connaître à l'avance les caractéristiques d'une innovation qui comprend : la divisibilité, la rentabilité, le risque, la compatibilité et la complexité, qui sont sans doute des caractéristiques fondamentales dont il faut tenir compte dans les processus d'adoption et de changement technologique.

Le programme est constitué de 5 modules :

a) le processus de l'expérimentation adaptative : la philosophie, l'organisation et la méthodologie. Les séminaires sont fondés sur des expériences théoriques et pratiques ;

b) la microéconomie, c'est à dire l'application de la méthode pratique pour organiser économiquement les données expérimentales;

c) l'encadrement des agriculteurs, avec un travail dans leurs champs et l'évaluation des résultats de la technologie actuelle (TA) vis-à-vis de la technologie recommandée (TR) ;

d) la communication, comme outil de travail pour intégrer les équipes interdisciplinaires ;

e) le diagnostic de la manière de communiquer utilisée par les techniciens qui interviennent dans les projets d'expérimentation adaptative et de transfert technologique, aussi bien entre eux qu'avec les agriculteurs.

Tableau I. Résultats de différents essais dans les champs d'agriculteurs avec leur participation.

		Mêmes coûts de production Différents bénéfices nets	
Produits	**Solution identifiée**	**Technologie actuelle (TA)**	**Technologie recommandée (TR)**
• Blé	• Engrais	2 400 kg/ha	3 100 kg/ha
• Luzerne	• Variétés	2 300 ms/ha	3 200 ms/ha
• Elevage	• Contrôle parasites	353 kg/ha	394 kg/ha
• Tournesol	• Variétés	2 200 kg/ha	2 600 kg/ha

Références bibliographiques

Colazo, R. *et al: Síntesis de Actividades de Experimentación Adaptativa en el área del Proyecto Ganadero Agrícola Sostenible.* EEA Anguil. INTA.

Fernandez Alsina, C. ; Damen, D. *La utilización de herramientas metodo dológicas en Experimentación Adaptativa.* Serie Experimentación Adaptativa: Documento de Trabajo N° 8. INTA.

Fernandez Alsina, C.; Fior, M. ; Varela, G.; Pizzaro, S. ; Thornton, R. 1992. *La Comunicación como proceso integrador. Una propuesta para el trabajo interdisciplinario.* Serie Experimentación Adaptativa: Documento de Trabajo N° 9 .INTA.

Tripp, R., Woolley, J. 1988. *La etapa de planificación de la investigación en campos de agricultores: Identificación de factores para la experimentación.* CIMMYT. CIAT

Varela, H. 1991. *Diagnóstico Rural Rápido: Primer Etapa en Experimentación Adaptativa.* Boletín de Divulgación Técnica N° 89. INTA.

7

Politiques agricoles / Agricultural Policy

Comment les recherches-système peuvent-elles contribuer à la formulation des politiques agricoles ?

How can systems approaches relate better to policy needs?

Impact of Fertilizer Pricing Policies on Barley-Livestock Production Systems in Northwestern Syria

Rodríguez, Abelardo; Göbel, Wolfgang
International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), PO Box 5466, Aleppo, Syria

Abstract
Small ruminant production systems in southern Mediterranean countries are largely dependent on rainfed barley as a source of feed. The adoption of fertilizer use in barley cropping in Syria has increased during the past decade because of subsidized fertilizer prices, positive response of barley to fertilizer application, and consequent increase in producers' net benefits. This study examined the on-farm impact of removal of subsidies in northwestern Syria. It used a systems policy model, which included a rainfall generator, a crop and optimum fertilizer use model, a livestock model, and a pricing model for inputs and outputs. Removal of fertilizer subsidies had a greater impact in the drier areas where rainfed farming prevails (zone 3) and in areas where subsistence livestock production dominates (zones 4 and 5). Even though there is little evidence of fertilizer use in zones 4 and 5, farmers are likely to extend the barley frontier to meet increasing livestock feed requirements rather than produce feed with less fertilizer, thus aggravating the pressure on natural vegetation. The simulation approach followed in this study permits point-specific and aggregated analysis of state variables relevant to policymakers. Mapping of trends and ratios of variables, and generation of new variables using maps allows visual appreciation of interactions.

Keywords
Mediterranean agriculture, barley, small ruminants, simulation model, grain-straw joint production, fertilizer demand, agroclimatology.

Résumé
L'impact des politiques tarifaires, appliquées aux engrais, sur les systèmes d'élevage utilisant l'orge dans le nord-ouest syrien
Dans les pays méditerranéens du sud, les systèmes d'élevage de petits ruminants dépendent largement de la culture pluviale d'orge pour l'alimentation des animaux. Au cours de ces dix dernières années, le recours aux engrais s'est développé en Syrie chez les producteurs d'orge, grâce aux subventions à l'achat d'engrais, à l'augmentation des rendements induits, et à l'accroissement des revenus en découlant pour les producteurs. Les auteurs ont étudié, à l'aide d'un modèle d'action systémique, l'impact au niveau de l'exploitation de la suppression des subventions dans le nord-ouest syrien. Le modèle comprenait : simulation de précipitations, de culture et d'utilisation optimale d'engrais, d'élevage, et de prix pour les intrants et les produits. L'impact majeur de la suppression de ces subventions a été observé dans les zones les plus sèches où prédominent agriculture pluviale — zone 3 —, et élevage de subsistance — zones 4 et 5. Bien que l'utilisation d'engrais dans les zones 4 et 5 ne soit pas établie, il semble que les exploitants, pour répondre à l'accroissement de la demande en aliments pour les animaux, préfèrent étendre leur culture d'orge plutôt que produire ces aliments avec une moindre utilisation d'engrais, aggravant ainsi la pression sur la végétation naturelle. Cette étude par simulation a permis de procéder à une analyse globale et par point de variables importantes pour les dirigeants. La présentation, sous forme de cartes, des tendances et ratios de variables, permet la visualisation de leurs interactions.

Introduction

Small ruminant production systems in the southern Mediterranean countries are largely dependent on rainfed barley (*Hordeum vulgare* L. ssp. *vulgare*) as a source of feed. The estimated value of annual barley grain production in western Asia and northern Africa is approximately US$2.1 billion, which is mostly earned by resource-poor farmers (Janssen 1993). The adoption of fertilizer use in barley cropping in Syria has increased as a result of government subsidies, positive response of barley to fertilizer application under rainfed conditions, and consequent increase in

producers' income. However, it is uncertain if the barley-livestock systems are economically viable under decreasing, or even disappearing, government fertilizer subsidies.

The objective of this study was to examine the on-farm impact of the removal of fertilizer price subsidies in the barley-livestock systems of northwestern Syria.

Consumption and Marketing of Nitrogen and Phosphate Fertilizers

During the 1980s, annual consumption of nitrogen and phosphate fertilizers in Syria increased by 3.6% and 4.2%, respectively. By the year 2000 national consumption of nitrogen is expected to reach 400 000 t, and that of phosphate will exceed 300 000 t. This represents increases of 160% and 230% over 1990 levels, respectively (Saade 1991). Fertilizer imports have increased since 1984/85; by 1988/89, they represented 44.3% of total annual consumption of nitrogen and 84.8% of phosphate (71 161 t and 92 678 t, respectively).

Fertilizer prices in Syria are set by the government. In spite of high annual inflation, official fertilizer prices remained unchanged throughout the mid-1980s. The government covered the growing gap between production (or import) costs and sales prices. Starting in 1987/88 the government decided to increase fertilizer prices gradually, with the aim of reaching true production costs in the near future. In 1989/90, the subsidies accounted for 30% and 49% of the true costs of urea and phosphate, respectively (Saade 1991).

Fertilizers are marketed through official channels and the parallel market. The Agricultural Cooperative Bank is the sole legal distributor of chemical fertilizers. Fertilizers are allocated to farmers according to the commodity, type of crop (irrigated or rainfed), cropped area, and location in the agricultural stability zones (Saade 1991) defined below. The parallel market represents unofficial private trade in fertilizers. A large number of farmers purchase part of their fertilizers from local and regional parallel markets where prices are 15-35% above the official prices. Rainfall affects market prices as demand for fertilizers increases with higher rainfall. During exceptionally good rainfall years, market prices can be 50-100% higher than official prices. In contrast, the margins between market and official prices fall below 10% in dry years (Saade 1991). Farmers' decisions to allocate fertilizer depend on the expected support price for barley grain, previous crop (barley, lentil, summer crop, or fallow), and seasonal rainfall expectations. Even in the semiarid conditions of northern Syria, farmers can take advantage of improved fertilizer practices to reduce economic risk (Mazid, Bailey 1992).

Climate and Agricultural Zones

The study area is located between latitudes 35°30' north and 36°30' north, and longitudes 36°30' east and 38°00' east in northwestern Syria, and covers an area of 15 000 km^2. The area transects the five Syrian agricultural stability zones (Figure 1). These zones exclude irrigated areas and are classified according to the magnitude and stability of seasonal rainfall (Sep–Aug) totals. Zone 1 has an average seasonal rainfall above 350 mm and not less than 300 mm in two seasons out of three. Zone 2 has an average seasonal rainfall of 250–350 mm and not less than 250 mm in one season out of three. Zone 3 has average seasonal rainfall over 250 mm and not less than 250 mm in half the seasons. Zone 4 with seasonal rainfall between 200 and 250 mm receives no less than 200 mm during half the seasons. Zone 5 is the steppe land and desert and is not suitable for agriculture but parts of it offer winter pasture (Somel et al 1984; Cooper, Bailey 1991).

Barley-Livestock Systems

In areas with low rainfall (<300 mm of seasonal rainfall), barley was the most widespread (85%) crop in farmers' landholdings (Somel et al 1984). There has been a gradual change from barley/fallow rotation to continuous barley cropping. Continuous barley cropping is practiced by 70% of the farmers in zone 2, where only 25% did so 10 years ago; likewise, 85% of the farmers practice continuous barley cropping in zone 3 compared with 22% 10 years ago (Somel et al 1984; pers. comm. Mazid A, FRMP, ICARDA, 1994).

Rural households in northwestern Syria average 11 members. In zones 2 and 3, 60-70% of the labor used on the farm is family labor. Barley cropping (excluding livestock) represents more than half of gross family income for 77% of the farmers. Average size of landholdings is 45 ha in zone 2 and 62 ha in zone 3.

Current stocking densities per area planted to barley in zones 2 and 3 are 1.53 and 2.54 small ruminants/ha, respectively. Barley grazing at green stage occurs in alternate years in zone 2, and in 2 out of 3 years in zone 3 (pers. comm. Mazid A, FRMP, ICARDA, 1994). Expansion of barley cropping was undertaken 10 years ago in zone 4 (Somel et al 1984). Increased demand for livestock products implies increased derived demand for barley and other feeds.

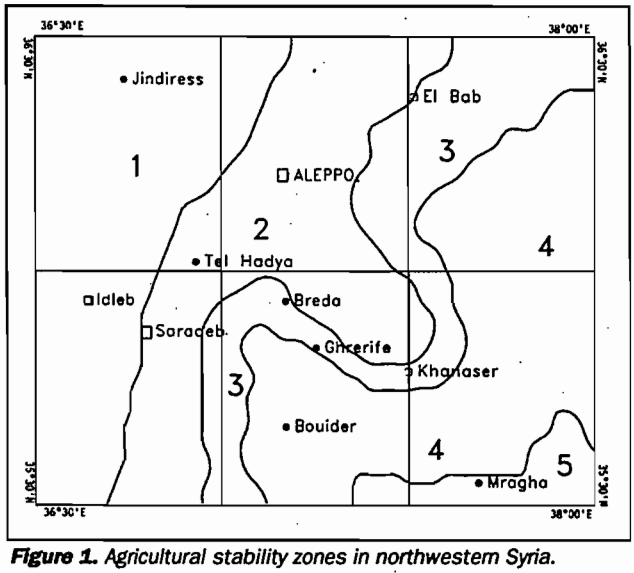


Figure 1. Agricultural stability zones in northwestern Syria.

Historically, the response to this increased demand was a gradual expansion of cultivation into marginal areas (Somel et al 1992). Agropastoral production systems with access to motorized transport are scattered in zones 4 and 5; they rely on natural vegetation, barley stubble, and irrigated crop residues; straw, grain, bran, cottonseed, and by-products are used to supplement sheep diets (Leybourne et al 1993).

The Model

The policy model, written in FORTRAN, stipulates area definitions and corresponding biological and socioeconomic conditions.

Spatial Weather Generator

The spatial weather generator (SWG) simulates rainfall in a region, point by point along an arbitrary grid; it is capable of generating an infinite series of weather events suitable for risk analysis (Göbel 1990, 1991). Daily rainfall was simulated for 1000 seasons (Oct–Apr) in a grid of 30 rows and 45 columns; each cell in the grid covered 11.2 km^2.

Barley Enterprise and Optimum Fertilizer Use

Combined production of straw (S) and grain (G) of a Syrian landrace (Arabi Aswad) was simulated with two fully quadratic models for continuous barley cropping. The grain model was estimated by Jones and Wahbi (1992) and the straw model was estimated with data from 21 annual on-farm, researcher-managed fertilizer trials by ICARDA's Farm Resource Management Program (FRMP) in zones 2 and 3 between 1984/85 and 1987/88.

Seasonal rainfall from October to May (R), and nitrogen (N) and phosphate (P) fertilizer are independent variables. Net returns to land, management, and risk in the barley enterprise, π (in kg barley grain equivalents/ha), are defined as:

$$\pi = P_s S + P_g G - P_n N - P_p P$$

where Ps, Pg, Pn, and Pp are the relative prices of straw, grain, and nitrogen and phosphate fertilizers (kg grain equivalents), respectively; S and G are corresponding quantities of straw and grain produced (kg/ha), and N and P are net nitrogen and phosphate fertilizers applied (kg/ha). Harvesting and transport costs for grain and straw are assumed to be 10% of their respective yields. Given seasonal rainfall, ex post optimization of π for any level involves equating its partial N and P derivatives to 0 and solving the system of two linear equations with too unknowns (Rodríguez, Göbel 1994). Optimum quantities of fertilizer, N* and P*, are entered into the production functions to compute harvested S and G.

Livestock Enterprise and Economic Viability

Grain and straw are converted into MJ of metabolizable energy using 12.8 MJ/kg dry matter (DM) for grain and the following equation for straw:

$$ME_S = 10.499 - 0.053\ PPT_{FebApr} + 0.00014\ (PPT_{FebApr})^2$$

where MES is the metabolizable energy of straw (MJ/kg DM) and PPT_{FebApr} is the rainfall from February to April (Goodchild 1994). Cottonseed cake provided as feed supplement has 11.5 MJ of metabolizable energy/ kg. A daily ration comprises 90 ± 0.75% barley mix and 10 ± 0.75% cottonseed cake. The barley mix is a function of the harvest index (grain relative to total dry matter). The energy content of this ration ranges from 9.9 MJ/kg to 10.6 MJ/kg, depending on straw quality. The market value of part of the barley mix is used to buy the necessary quantity of cottonseed cake to internalize supplementation costs.

The AFRC (1990) system is used to estimate daily intake and liveweight gains. With the above ration a 40-kilogram lamb can gain 90–230 g/day, depending on February–April rainfall. Gains are multiplied by the number of sheep-days/ha that the harvested grain and straw can yield to obtain liveweight gain/ha. For the sake of simplicity the cost of buying livestock and carrying them year-round or for a finite period are ignored. Gross returns (kg of barley grain equivalents/ha) are estimated by multiplying liveweight gain/ha by the lamb price (relative to barley price). The number of sheep feed equivalents (SFE) per hectare is calculated by assuming that 4200 MJ of metabolizable energy are required to maintain 1 ewe for 1 year (Cooper, Bailey 1992). The viability index (VI) of the barley-livestock system is derived by multiplying SFE by the ratio of the number of hectares planted to barley to the number of small ruminants in the household. When VI is less than 1, the system is in nutrient deficit and other sources of feed, or credit, are required to sustain the flock. When VI is more than 1, it indicates nutrient surpluses that can be used to purchase commodities needed by the household.

Prices of Inputs and Outputs

The support price of grain is announced sometime between January and June (pers. comm. Mazid A, FRMP, ICARDA, 1994); over the past few years, support prices have been as high as those in the previous season or higher (Central Bureau of Statistics 1986–1992). Not all the barley grain is sold to the government; part of it is sold in the parallel market at higher prices. Rainfall has a heavy impact on the parallel market prices. Saade (1991) used the estimated share of revenues from the parallel market to calculate the average grain price.Similar to fertilizer prices, straw, cottonseed cake, and livestock prices are related to seasonal rainfall (Table 1).

The categorization of seasonal rainfall into good, average, dry, and very dry varies for each zone. Linear interpolation is used to determine the prices of inputs and outputs according to the stability zones and seasonal rainfall. If seasonal rainfall is below or above the categories specified in Table 1, prices remain at levels corresponding to lowest or highest rainfall. This relationship blends the market scenario described in Saade (1991) with the price time series available for straw, cottonseed cake, and livestock liveweight (pers. comm. Bahhadi F, PFLP, ICARDA, 1994). The on-farm impact of the removal of price subsidies is assessed by increasing fertilizer prices by 43% for N and by 100% for P. Other prices of inputs and outputs are held constant , except those affected by seasonal rainfall.

Table 1. Prices (in S£[a]) per kilogram of inputs and outputs in relation to those of barley grain, in the barley—livestock system in northwestern Syria.

Seasonal rainfall	Barley grain	Nitrogen	Phosphate	Straw	Cottonseed cake	Lamb liveweight
Good[b]	5.42	2.58	2.73	0.10	1.49	14.43
Average[c]	6.06	2.35	2.49	0.25	1.39	10.50
Dry[d]	6.93	2.10	2.22	0.35	1.29	8.70
Very dry[e]	7.86	1.80	1.90	0.50	1.16	7.53

Source: *Modified from Saade (1991), using long-term monthly prices from Aleppo (pers. comm. Bahhadi F, PFLP, ICARDA, 1994).*
a. US$1=S£42.
b. 400 mm, 350 mm, 300 mm, 250 mm, and 200 mm in zones 1–5, respectively.
c. 350 mm, 300 mm, 250 mm, 200 mm, and 150 mm in zones 1–5, respectively.
d. 300 mm, 250 mm, 200 mm, 150 mm, and 100 mm in zones 1–5, respectively.
e. 250 mm, 200 mm, 150 mm, 100 mm, and 50 mm in zones 1–5, respectively.

Results and Discussion

Detailed output for 5 out of 1350 cells in the study area is shown in Table 2. Seasonal rainfall decreased from zone 1 to zone 5 with a corresponding increase in variation. Demand for nitrogen and phosphate fertilizers (N^* and P^*) fell as rainfall decreased. Across the stability zones—from wet to dry—N^* declined more rapidly than P^*, and variation in both N^* and P^* increased considerably. Removal of the fertilizer subsidies also led to lower, more uneven demand for fertilizer. This effect was more marked in the drier areas, where subsistence livestock production prevailed. In spite of the semiarid and arid conditions in northwestern Syria, fertilizer demand averaged at least 30 kg/ha for N and 45 kg/ha for P. In general our estimates of fertilizer demand were similar to those of Mazid and Bailey (1992) even though they did not include straw in their model. The most noticeable difference was that the optimum values of P in our model were more sensitive to changes in rainfall. In Mazid and Bailey's model the optimum value of P was 41–63 kg/ha at a relative price of 2 and 57–79 kg/ha at a relative price of 3; in our model it was 47–84 kg/ha at an average price of 2.5.

Net returns per hectare in the driest zone were one-fifth of those in the wettest zone. The coefficient of variation for net returns increased more than ten-fold from 6% to 99% with decreasing rainfall. Removal of fertilizer subsidies decreased net returns by 10% in zone 1 and by 19% in zone 5. Variation of net returns remained unchanged in zone 1, while it increased by 13% in zone 5. Lower demand for fertilizer reduced liveweight gain (LWG) per hectare by 2% in zone 1 and by 15% in zone 5. Decreasing rainfall had a substantial effect on LWG variation. The viability index (VI) represents the ability to produce enough feed per unit area in relation to the stocking density; although VI was above 1 in all zones, in certain seasons it fell below 1 in zones 4 and 5. Crop failure occurred in 9% of the seasons in zone 4 and in 27% in zone 5. In addition, crop growth during 8% of the seasons in zone 4 and during 15% in zone 5 was insufficient to maintain stocking density (not shown in the table). Variation in VI increased considerably from zone 4 to zone 5 and reduced fertilizer demand after subsidy removal produced even higher variation. On average, lower precipitation in zones 4 and 5 increased the metabolizable energy of straw. Reduced use of fertilizer raised the harvest index. High energy values in the barley mix translated as higher animal gains. The harvest index is positively related to rainfall but at decreasing rate, and negatively related to phosphate and nitrogen input (Rodríguez, Göbel 1994).The scope of this study did not, however, include risk analysis of alternative fertilization practices for different representative sites in the study area under different price scenarios.

Results from 1000 seasons for all the cells in the study area were mapped. Isolines of the ratio of nitrogen fertilizer demand with subsidy to demand without subsidy indicate that in the southeast fertilizer demand with subsidy was 20–30% higher, while it was only 10–20% higher in the west (Figure 2). The difference in the coefficient of variation for nitrogen demand (no subsidy minus subsidy scenario) across the study area indicates variations ranging from 0% in the west to 10% in the southeast (Figure 3). Removal of

Table 2. Means and coefficients of variation[a] (%) of selected variables in five locations of northwestern Syria simulated over 1000 seasons; t_0 and t_1 denote time with subsidy and time without subsidy, respectively.

Location		Rainfall (mm)	Fertilizer demand (kg/ha)			Liveweight gain (kg/ha)	Viability index
			N	P	π^b		
Jindiress	t_0	433 (20)	108 (16)	84 (7)	2651 (6)	592 (16)	9.3 (13)
Zone 1	t_1		99 (17)	50 (18)	2380 (6)	578 (16)	8.5 (13)
Tel Hadya	t_0	299 (22)	80 (13)	81(7)	2104 (18)	495 (22)	6.5 (27)
Zone 2	t_1		72 (13)	53 (21)	1881 (19)	483 (22)	6.1 (26)
Breda	t_0	250 (24)	65 (20)	74 (15)	1490 (36)	407 (36)	3.0 (40)
Zone 3	t_1		57 (22)	45 (27)	1297 (39)	388 (36)	2.8 (40)
Bouider	t_0	216 (23)	52 (31)	64 (28)	994 (53)	300 (47)	2.2 (51)
Zone 4	t_1		43 (38)	33 (40)	836 (60)	275 (50)	2.0 (54)
Mragha	t_0	185 (26)	36 (59)	47 (56)	557 (92)	197 (77)	1.5 (80)
Zone 5	t_1		27 (70)	18 (69)	449 (104)	167 (86)	1.2 (89)

a. Figures in parentheses.
b. Kilogram barley grain equivalents/ha.

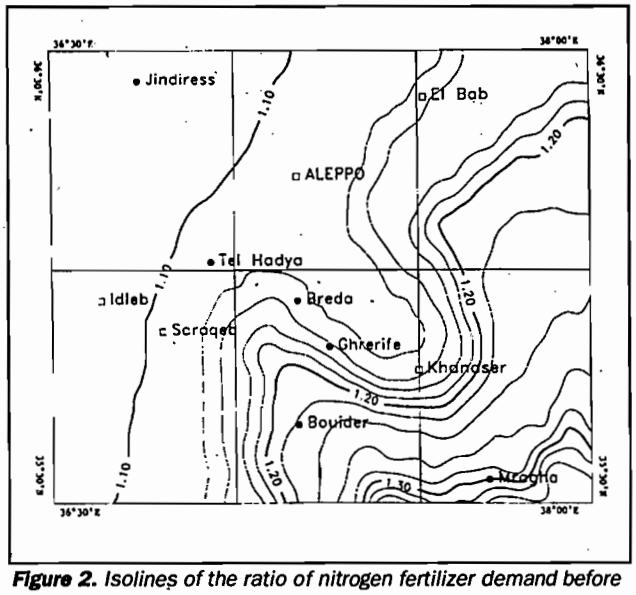


Figure 2. Isolines of the ratio of nitrogen fertilizer demand before subsidy removal to demand after removal in northwestern Syria.

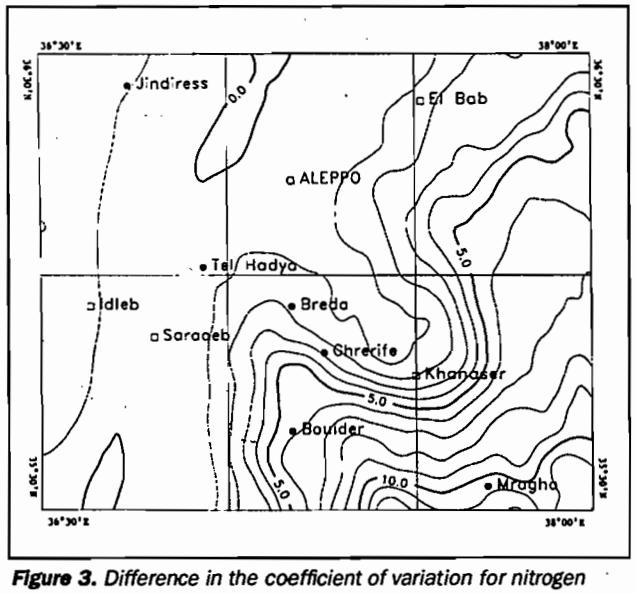


Figure 3. Difference in the coefficient of variation for nitrogen fertilizer demand with and without subsidy.

the fertilizer subsidy had a higher impact in drier areas on nitrogen fertilizer demand and its variation (risk).

Following the same pattern of the stability zones, LWG was highest in the northwest and lowest in the southeast (Figure 4). The isolines show potential LWG from cultivated barley. The estimates exclude soil depth and deficiency of nutrients other than N and P that limit barley growth.

This study revealed that the relative economic impact of the removal of fertilizer subsidies was greater in dry areas (zones 3–5) than in the wet areas (zones 1 and 2). If barley cropping represents about half of farmers' income, reductions in net returns of at least 6% in zone 2 and 7% in zone 3 are expected if the price subsidies are removed. These estimates do not include the added value of using barley straw and grain as components of the animal diet. Even though there is little evidence of fertilizer use in zones 4 and 5, farmers are likely to extend the barley frontier to meet increasing livestock feed requirements rather than

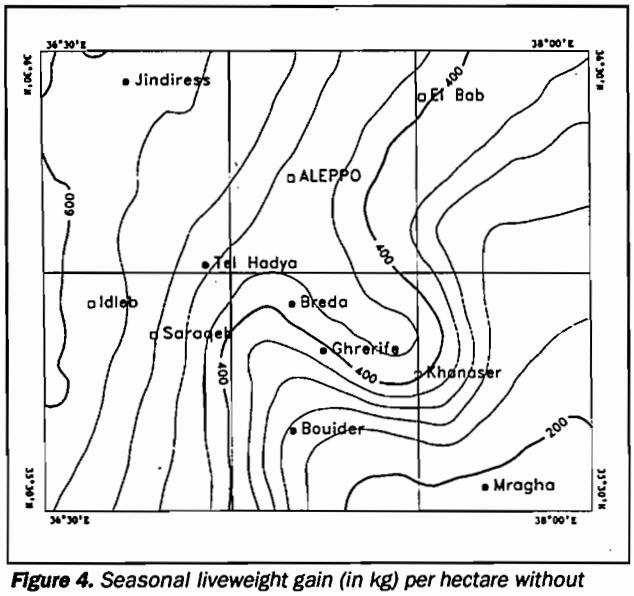


Figure 4. Seasonal liveweight gain (in kg) per hectare without fertilizer subsidy in northwestern Syria.

produce feed with less fertilizer, which would aggravate pressure on natural vegetation.

This simulation approach allows point-specific and aggregated analysis of state variables relevant to policymakers. Normative approaches (mathematical programming) often fail to incorporate continuous driving variables. The simulation approach treats rainfall as a continuous variable in both time and space to allow optimization of decision variables (N^* and P^*), on the assumption that farmers are profit maximizers and risk neutral. The detailed output allows stochastic dominance analysis (not discussed here) to evaluate state variables according to different assumptions of decisionmakers' attitudes to risk. Aggregated output can be represented in maps that can be superimposed to assess variable interactions. A visual-oriented manipulation of the variables embedded in the model, rather than matrices or tables, provides an appealing analytical framework for policymakers.

Caveats

The production functions used in this regional model were obtained from experimental work conducted in zones 2 and 3. Their applicability to wet zone 1 and very dry zones 4 and 5 is uncertain, and that uncertainty demands caution in the interpretation of the results. The emphasis on barley grain and straw for sheep nutrition should not lead to the belief that other sources of feed are not available (eg, range forage, crop residues, or standing barley crops for grazing). Animal efficiency is probably higher than it has been shown here because farmers adjust combinations according to fluctuating rainfall, feed availability, and market prices. Feeding costs and year-round expenses to maintain sheep flocks need to be incorporated into the model to optimize net returns to not only the barley enterprise but also the livestock enterprise. The influence of rainfall on the prices of inputs and outputs needs to be revised with price time series for different areas in northwestern Syria.

Acknowledgments

We thank Kutlu Somel, Mike Jones, and Ahmed Mazid from the Farm Resource Management Program (FRMP) at ICARDA who were involved in the design, implementation, and clean-up of data sets of the barley trials in zones 2 and 3. Discussions with Tony Goodchild and Colin White made us aware of the complexities of simulating an animal component. Ahmed Mazid and Faik Bahhadi allowed us to use unpublished information. Several colleagues offered comments on this manuscript; however, we are solely responsible for any remaining errors.

References

Agricultural and Food Research Council (AFRC). 1990. Nutritive requirements of ruminant animals: energy. Nutrition Abstracts and Review Series B 60:729–804.

Central Bureau of Statistics, Syrian Arab Republic. 1986-1992. Statistical abstract. Several issues. Damascus, Syria: Central Bureau of Statistics.

Cooper PJM, Bailey E. 1991. Livestock in Mediterranean farming systems: a traditional buffer against uncertainty is now a threat to the agricultural resource base. Pages 81–120 *in* Risk in agriculture, proceedings of the Tenth Agriculture Sector Symposium (Holden D, Hazell P, Pritchard A, eds.) Washington DC, USA: World Bank.

Göbel W. 1990. Spatial rainfall generation: examples from a case study in the Aleppo area, NW Syria. Pages 179–213 *in* Farm Resource Management Program annual report for 1989. Aleppo, Syria: ICARDA.

Göbel, W., 1991. Spatial weather generation: more examples from a case study in the Aleppo area, NW Syria. Pages 153–173. *in* Farm Resource Management Program Annual Report for 1990. Aleppo, Syria: International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA).

Goodchild A. 1994. The effect of year-to-year environmental variation on barley straw quality. Paper presented at the Workshop on Agro-Ecological Characterization, ICARDA, 19–22 April 1994, Aleppo, Syria.

Janssen WG. 1993. Economic and agricultural development in West Asia and North Africa. Food Policy 18:507–522.

Jones MJ, Wahbi A. 1992. Site-factor influence on barley response to fertilizer in on-farm trials in northern Syria: descriptive and predictive models. Experimental Agriculture 28:63–87.

Leybourne M, Jaubert R, Tutwiler RN. 1993. Changes in migration and feeding patterns among semi-nomadic pastoralists in northern Syria. Overseas Development Institute (ODI) Pastoral Development Network Paper 34a. London, UK.

Mazid A, Bailey E. 1992. Incorporating risk in the economics of barley trials in northern Syria. Agricultural Economics 7:167–184.

Rodríguez A, Göbel W. 1994. A regional model for normative demand for nitrogen and phosphate fertilizer in barley-livestock systems in northwest Syria. Paper presented at the Workshop on Agro-Ecological Characterization, ICARDA, 19–22 April 1994, Aleppo, Syria.

Saade ME. 1991. An economic analysis of fertilizer allocation and import policies in Syria. PhD dissertation: Michigan State University, East Lansing, MI, USA. 332 pp.

Somel K, Mazid A, El-Hajj K. 1992. Risk implications of fertilizer use on rainfed barley. METU Studies on Development 19(3):413–448.

Somel K, Mazid A, Hallajian M. 1984. Survey of barley producers in Northern Syria 1981/1982. Farming Systems Program Research Report 12-III. Aleppo, Syria: International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA).

Impact des politiques agricoles sur le développement durable dans un village du Burkina Faso

Deybe Daniel[1], Gérard Françoise[2], Ouedraogo Souleymane[3]

[1] Department of Agricultural Economics, Washington State University, Pullman, WA 99164-6210, Etats-Unis

[2] CIRAD, 42 rue Scheffer,75116 Paris, France

[3] Institut d'études et de recherches agricoles, BP 7192, Ouagadougou, Burkina Faso

Résumé

Cet article propose d'analyser la viabilité des systèmes agraires à partir d'une modélisation mathématique des principales relations économiques intégrant les données agricoles. Cette méthode est appliquée au village de Séguéré (ouest du Burkina Faso) pour évaluer les résultats sur la gestion des ressources naturelles de politiques économiques alternatives. Les tendances actuelles de l'érosion mettent en cause la viabilité du système à long terme ; une politique permettant le desserrement de la contrainte de liquidité pesant sur les exploitations agricoles serait favorable aux ressources naturelles.

Mots clés

Modélisation, Viabilité, Durabilité, Politique économique, Politique environnementales, Agriculture, Système agraire, Burkina Faso.

Abstract

Impact of Agricultural Policies on Sustainable Development in a Village in Burkina Faso

A mathematical model that integrates principal economic relationships with agronomical data is proposed to determine the viability of agricultural systems. It has been used to evaluate the results of alternative economic policies on natural resource management in the village of Séguéré in western Burkina Faso. The long-term viability of the system is compromised by the current rate of erosion; a policy to relax liquidity constraints on farming would be positive for the environment.

Introduction

Les problèmes associés à la gestion des ressources naturelles prennent une place de plus en plus importante dans les préoccupations des décideurs politiques. L'Afrique n'échappe pas à cette problématique et le Burkina Faso constitue un exemple intéressant. En effet, au cours des deux dernières décennies, les communautés rurales de ce pays ont subi des changements importants. Une pluviométrie plus faible et un accroissement démographique rapide se sont traduits par une dégradation des ressources naturelles : érosion éolienne et hydrique, diminution de la fertilité, déboisement rapide et diminution de la jachère. On assiste ainsi à une surexploitation de la terre, à l'augmentation des conflits entre agriculteurs et éleveurs et à une pression de plus en plus élevée sur les parcours et les terres communes qui accélèrent la dégradation des sols.

Il est possible que des mesures adéquates de politique économique puissent permettre de concilier croissance de la production agricole et des revenus des ruraux et conservation des ressources naturelles. Cependant, étant donné la complexité et la diversité des systèmes de production, l'évaluation de l'efficacité des mesures de politique économique est difficile. Par exemple, la dévaluation du franc CFA, mesure d'incitation à la production des produits d'exportation, peut produire des externalités considérables. Les méthodes proposées jusqu'à maintenant ne permettent pas une réponse satisfaisante à ces questions car elles sont centrées soit au niveau de la parcelle et négligent ainsi l'ensemble des interactions entre les acteurs, soit à un niveau très agrégé, ne pouvant donner ainsi que des indications qualitatives très générales. Le but de cet article est de proposer et de tester une méthodologie au niveau villageois, basée sur une représentation fine des comportements des agents et des interactions, afin de répondre au besoin de quantifier les effets de politiques alternatives. Le village choisi pour la validation de cette méthode est Séguéré, situé dans l'ouest du Burkina Faso.

Le village de Séguéré

Séguéré est situé dans une région caractérisée par une bonne pluviométrie, un couvert végétal arboré, et un potentiel de production agricole plus élevé que dans la région du

Plateau central où vit la majeure partie de la population rurale du Burkina Faso et qui donne des signes évidents de dégradation des ressources naturelles. Ceci explique les migrations vers cette région.

L'occupation des terres agricoles a été réalisée sur la base du «premier arrivé, premier servi». Ainsi, les premiers arrivants ont-ils généralement bénéficié de surperficies importantes sur les terres les plus productives, avec des droits bien établis, tandis que les nouveaux migrants doivent se contenter de terres marginales sur lesquelles ils bénéficient d'un droit d'usage, mais d'aucune promesse formelle d'attribution à long terme (Ouedraogo, 1991).

L'importance du nombre de migrants et l'expansion rapide de l'agriculture ont créé une pression importante sur les ressources naturelles. La population s'accroît actuellement de 6 % par an (Ouedraogo, 1991) et il y a de bonnes raisons de penser que les règles gouvernant l'allocation et l'utilisation des terres ne sont plus en mesure de protéger les ressources et de soutenir la production agricole.

Les transhumants, qui amènent leur bétail dans la région durant la saison sèche, utilisent les résidus de récolte, les jachères et les terres communes. La proximité de la rivière Mouhoun, permettant l'approvisionnement en eau pendant la saison sèche, explique leur passage et la durée de leur séjour. Les troupeaux transhumants consomment une bonne partie des résidus de récolte, privant le sol de la principale source de restitution de matière organique, l'exposant ainsi à une érosion plus forte. Toutefois, le fumier provenant des troupeaux est une source importante de fertilité pour les terres agricoles. Les paysans invitent les bergers peuls pour que ceux-ci parquent leurs animaux dans des zones qu'ils souhaitent enrichir à l'aide du fumier. Le fumier est parfois collecté sur les zones de stationnement des troupeaux et transporté sur les champs. On observe aussi une tendance à surpâturer les terres communes qui implique un déclin général de l'état du parcours et de sa capacité de charge.

Sur les terres agricoles, la qualité du sol détermine souvent le type de culture. Ainsi, le coton, le sorgho et le maïs occupent les meilleurs sols tandis que le mil est cultivé sur les terres marginales. Le coton, principale culture de rente du village, ne peut être produit sans un apport extérieur d'éléments fertilisants et nécessite une main-d'œuvre abondante lors de la récolte. Cette production a été encouragée par l'octroi de crédit et par une politique de prix garantis aux producteurs. Des crédits à moyen et long terme pour permettre l'achat des animaux de trait et du matériel agricole ne sont pas souvent à la portée des paysans.

Les terres communes peuvent être défrichées et être mises en culture pour répondre aux besoins croissants d'alimentation de la population. Bien entendu, le défrichage requiert l'utilisation de quantités importantes de main-d'œuvre.

Le village de Séguéré offre ainsi des caractéristiques particulièrement intéressantes pour l'analyse que nous nous proposons de réaliser :

L'existence de terres collectives et les problèmes de surexploitation associés permettent d'envisager les questions de gestion des ressources communes.

La présence de cultures vivrières associés au coton, culture de rente et à l'élevage, offre la possibilité de tester une vaste gamme de mesures de politique agricole.

En dépit de la pression croissante sur les ressources naturelles, celles-ci ne sont pas encore trop dégradées, les enjeux pratiques potentiels associés à cette étude sont donc importants.

Méthodologie : modélisation du village

Méthodologie générale

Afin d'analyser l'impact des modes de production agricole sur l'environnement, on se propose d'utiliser une représentation intégrant les aspects physiques, agronomiques, socio-économiques et institutionnels du secteur agricole. On peut ainsi évaluer les effets à court et long terme des différentes possibilités techniques et les mesures de politique économique à même de faciliter l'adoption de pratiques favorables à la conservation des ressources naturelles. La modélisation offre un cadre adapté à cet objectif.

Le village est représenté à partir de la modélisation d'exploitations types, reproduisant les principales caractéristiques (opportunités et contraintes) des unités de production et prenant en compte la variabilité des rendements des différentes cultures et l'influence des techniques de production sur l'érosion (Deybe, 1994).

Afin de prendre en compte les ressources communes du village et les échanges entre exploitations agricoles, on relie ces modèles d'exploitations représentatives. Les échanges de main-d'œuvre sont simulés en supposant l'existence d'un marché et le paiement d'un salaire. Il en est de même pour les produits agricoles dont les prix varient dans certaines limites (définies par les coûts de transaction) en fonction de la production villageoise. L'incorporation de terres communes à l'activité agricole est possible moyennant l'utilisation de main d'œuvre pour le défrichage.

Pour mesurer les effets à moyen et long terme des politiques agricoles, on introduit une dynamique récursive dans la formulation à partir de boucles rétroactives (Gérard, 1991) :

- endogénéisation des prix à partir de la représentation des marchés de produits agricoles, calcul du chiffre d'affaires et des liquidités disponibles pour l'année suivante ;
- introduction d'anticipations de prix pour le calcul des rentabilités relatives des différentes activités ; on prend ainsi en compte les délais de production et l'incertitude qui y est associée ;
- réaction des individus au risque prix et rendement, selon la méthode de Tauer (1983) ;
- accroissement démographique et augmentation des contraintes de consommation en découlant ;
- prise en compte de la rigidité de certaines décisions ; ainsi la mise en jachère d'une parcelle implique que celle-ci ne pourra être cultivée pendant plusieurs années (5 ans dans ce modèle).

Ces éléments nous éloignent de la conception de l'équilibre néoclassique issue du schéma walrasien, où l'allocation optimale des ressources (naturelles comme sociales) est déteminée par le marché de façon instantanée en fonction de l'élasticité des prix. En revanche, nous prenons ici en compte les imperfections des différents marchés. En effet,

sur les marchés de produits agricoles, l'information est imparfaite si bien que les prix futurs sont incertains et que l'activité agricole est particulièrement soumise au risque. Sur le marché du capital, cela se traduit par la présence d'une contrainte de liquidité liée au résultat de l'exploitation l'année précédente. L'"histoire" de l'exploitation joue ainsi un rôle essentiel dans les décisions.

Le temps historique, c'est-à-dire irréversible, est ainsi explicitement introduit dans ce modèle, ce qui constitue sa principale originalité et nous a semblé essentiel pour l'étude des problèmes de gestion des ressources naturelles.

Ces caractéristiques permettent de prendre en compte "l'effet de retour" sur l'environnement économique des modifications de comportement des agents. Si ceux-ci accroissent suffisamment leur offre, cela aura un impact sur les prix susceptible de rendre à terme une politique de prix minimaux extrêmement coûteuse. Par ailleurs, les politiques de prix ou de dévaluation, en modifiant la contrainte de liquidité à laquelle les producteurs doivent faire face, sont susceptibles de changer les activités (capacité de prise de risque plus importante...) ; il est donc important d'être à même d'évaluer ces effets.

Ce type de modèle constitue une structure générale pouvant être adaptée en fonction de la réalité que l'on souhaite représenter. La fonction objectif détermine pour le village l'allocation des ressources rares et elle peut prendre de multiples formes (maximisation des revenus, minimisation de l'utilisation du facteur le plus rare, maximisation des transferts de ressources entre générations...). A l'aide de cet outil, il est possible d'évaluer l'impact de politiques agricoles alternatives sur la production, les revenus, les prix, le sol. Une période de 15 ans a été retenue afin de pouvoir envisager les effets à long terme.

Principales caractéristiques du modèle de Séguéré

Trois exploitations-type sont représentées correspondant aux situations les plus fréquemment rencontrées dans le village (Ouedraogo, 1991), caractérisées par les disponibilités de terre, de bétail et de main-d'œuvre:

- PLT ne dispose que de peu de terre, de qualité médiocre et avec peu de sécurité sur la tenure ; il s'agit de migrants récents ;
- DON a un sol de qualité moyenne, une plus grande superficie, et quelques têtes de bétail, avec plus de certitude sur la tenure ;
- HER possède la terre la plus productive, sa principale source de revenu est le coton, elle dispose d'une sécurité à long terme sur la tenure. Il s'agit d'exploitants installés depuis longtemps.

Les cultures retenues sont le coton, le maïs, le mil et le sorgho. Les terres peuvent être laissées en jachère pour une période de 5 ans et il est possible d'acheter différents animaux (bœufs, ânes, ovins). Plusieurs itinéraires techniques sont possibles, reflétant la possibilité d'utiliser ou non de la fumure, de l'engrais (NPK et urée), la traction animale. Deux périodes sont considérées : la saison des pluies et la saison sèche, on sème pendant la première et récolte durant la seconde. Les ventes sont supposées avoir lieu, pour simplifier, juste après la récolte, bien qu'en réalité elles aient lieu pendant toute l'année.

Chaque exploitation doit satisfaire les besoins de consommation du ménage soit par production, soit par achats sur les marchés. Durant la saison des pluies (période 1), les avances nécessaires à la production et aux dépenses sont couvertes soit par l'emprunt, soit par la vente de temps de travail ou de bétail, soit par les liquidités issues de l'exercice précédent. Lors de la période post-récolte, la récolte est vendue sur le marché à un prix déterminé le long de la courbe de demande locale (dont les prix sont bornés par la possibilité de vente ou d'achat dans d'autres marchés en fonction de la quantité produite), les emprunts sont alors remboursés et l'excédent est partagé entre l'épargne, le transfert vers l'année suivante et la consommation de biens et services non produits par les exploitations.

On suppose que la fonction objectif maximisée concerne l'ensemble du village ; il s'agit de la somme des revenus nets des unités de production à laquelle s'ajoute une estimation du revenu généré par l'engraissement des animaux des bergers sur les terres communes. Chaque exploitation doit satisfaire une contrainte de revenu minimal. On prend ainsi en compte non seulement l'utilité globale du village mais aussi celle de chaque ménage. Cette hypothèse est évidemment discutable, elle reflète cependant l'importance des structures de solidarité existantes, celles-ci pouvant être analysées comme une protection face à l'incertitude, ainsi que l'existence de ressources communes.

Analyse des résultats

Simulation de référence : la reproduction des tendances actuelles

Afin de comparer les politiques alternatives vis-à-vis de leurs effets sur l'offre agricole et la gestion des ressources naturelles, il était d'abord nécessaire de déterminer les paramètres permettant la représentation de la situation actuelle. Les hypothèses suivantes ont été adoptées :

- crédit de 100 000 F CFA, dont 25 % au maximum peuvent être utilisés pour la production du maïs ;
- les anticipations de prix sont fixées en fonction de la moyenne de prix des trois mois post-récolte de la période 1990-1992, avec un coefficient de variation conforme aux données du marché local ; le risque est incorporé à partir d'une contrainte de revenu minimal par tête (afin de tenir compte de l'accroissement démographique) dans la plus mauvaise configuration possible, tout en gardant une contrainte de consommation minimale par tête ;
- afin de refléter la tendance actuelle, nous avons supposé que les prix du coton diminuaient de 10 % par an ;
- des coefficients expriment le degré d'érosion, l'impact sur les sols des différentes cultures est ainsi pris en compte ; on a par ordre décroissant d'érosion le coton, le mil, le sorgho et le maïs ; les techniques utilisant la culture attelée sont considérées comme moins érosives ;
- des coefficients de variabilité intra-annuelle des prix des denrées alimentaires ont été calculés. Les prix de soudure sont ainsi supérieurs aux prix moyens de 60 % pour le sorgho, 40 % pour le mil et 20 % pour le maïs.

Dans cette situation, la culture du coton disparaît au bout de 6 années, on assiste à une diminution des jachères, la

quantité produite de sorgho diminue tandis que celle de maïs augmente (figure 1). L'érosion augmente tout au long de la période. Ces caractéristiques semblent bien refléter les tendances actuelles de l'évolution. Avec la diminution de la production de sorgho, les achats de cette denrée augmentent. Un élément intéressant fourni par le modèle et associé à la disparition de la culture du coton est la contraction des offres de travail qui en résulte, les exploitations vendeuses de main-d'œuvre durant la récolte de coton souffrent de ce fait d'une chute importante de leurs revenus. Cependant, la main-d'œuvre est utilisée pour le défrichage des terres communes, qui fait que la superficie agricole augmente, et permet de satisfaire l'augmentation des besoins de consommation. Le manque de liquidité empêche l'achat des animaux et donc l'utilisation du surplus de fourrage.

Analyse de politiques alternatives

Une fois la solution de référence définie, nous avons tenté d'évaluer les effets sur la production, les revenus des exploitants et les ressources naturelles de politiques alternatives par rapport à cette situation de référence. Les résultats dont nous rendons compte ici concernent des mesures structurelles provoquées par la dévaluation du franc CFA. Une des justifications théorique de cette politique repose sur la croissance des revenus du secteur agricole liée à l'augmentation des prix des exportations. Cependant, l'importance du transfert vers le secteur agricole est encore à définir. Nous avons donc simulé quelques possibilités d'évolution des prix des produits : hausse (100 %) du prix moyen du coton, seule culture d'exportation de la région, et du prix des engrais importés (100 %), principal intrant d'importation ; hausse de prix de toutes les cultures (50 %) et de l'engrais (100 %) ; hausse de prix des cultures et des animaux (50 %) et de l'engrais (100 %). Cependant, les effets de la dévaluation sur les prix reçus par les producteurs peuvent être insignifiant. En effet, le différentiel entre prix interne et prix à l'exportation peut être retenu par l'Etat pour équilibrer les comptes de la société. Une alternative dans ce dernier cas serait d'établir une politique de crédit (dont les financements proviendraient du différentiel entre prix interne et prix d'exportation) orientés à l'achat d'animaux de traction. De cette manière, une partie du surplus généré par la dévaluation pourrait être transférée aux producteurs.

Augmentation du prix moyen du coton

Dans ce cas, on maintient la tendance à la baisse du prix mondial du coton, mais le prix interne est augmenté comme conséquence de la dévaluation. La superficie consacrée à la culture de coton augmente et se maintient jusqu'à l'année 9, la majeure partie de la superficie restante est laissée en jachère, étant donné le faible intérêt économique du reste des cultures. A partir de l'année 10, la croissance de la population fait augmenter les besoins de nourriture et une grand partie de la superficie est consacrée à la culture de maïs. Pendant les cinq premières années l'exploitation de type PLT laisse presque la totalité de sa superficie en jachère et travaille en dehors de l'exploitation pour couvrir les besoins de main-d'œuvre du coton. Les revenus des exploitations de type HER et DON augmentent considérablement (75 % et 412 % respectivement), tandis que ceux des unités de type PLT diminuent. La superficie cultivée pendant la période analysée diminue, et, comme conséquence, l'érosion totale est plus faible que dans la simulation de référence (figure 2).

Augmentation des prix moyens de toutes les cultures

Il est possible que la dévaluation affecte les prix de toutes les cultures. Dans ce cas, on observe une légère augmentation de la superficie consacrée au coton, due à une diminution du coût relatif de la main-d'œuvre ; et une augmentation importante de la superficie en céréales. Cette augmentation permettrait d'améliorer le revenu total des agriculteurs (57 %) et, dans une certaine mesure, celui des éleveurs (9 %), étant donné que l'augmentation de la superficie cultivée permet une disponibilité plus grande de fourrage et donc une augmentation du nombre d'animaux. L'érosion dans ce cas augmente légèrement.

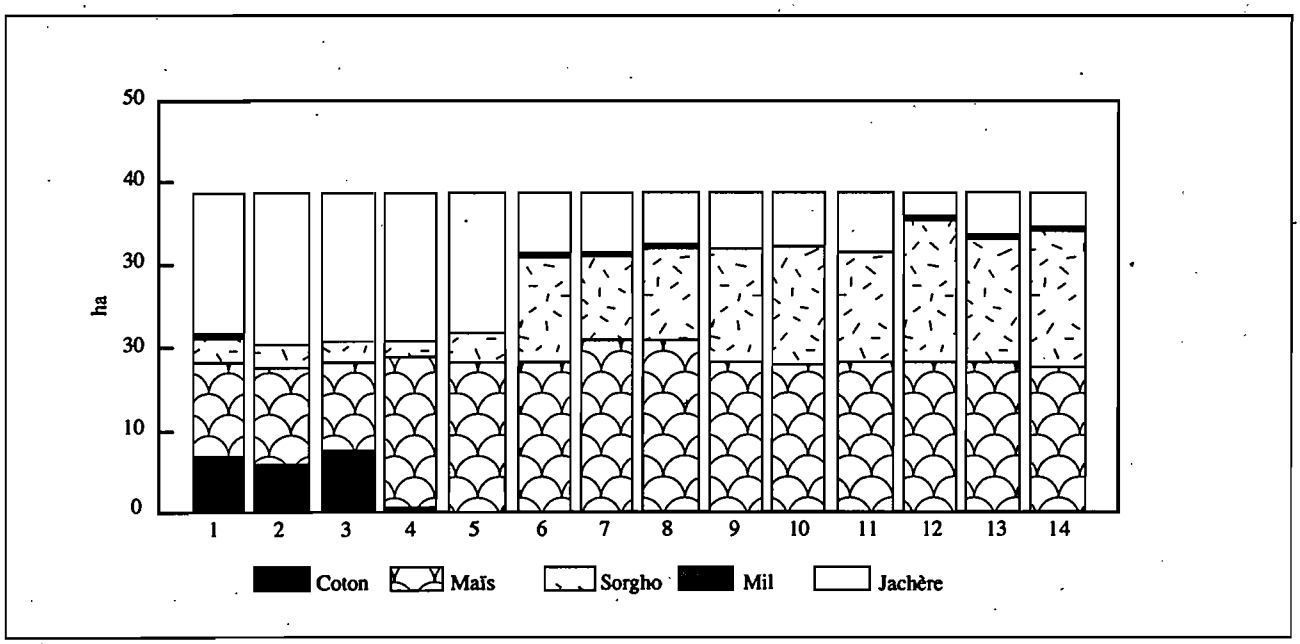


Figure 1. Evolution de la superficie consacrée à chaque culture. Simulation de référence.

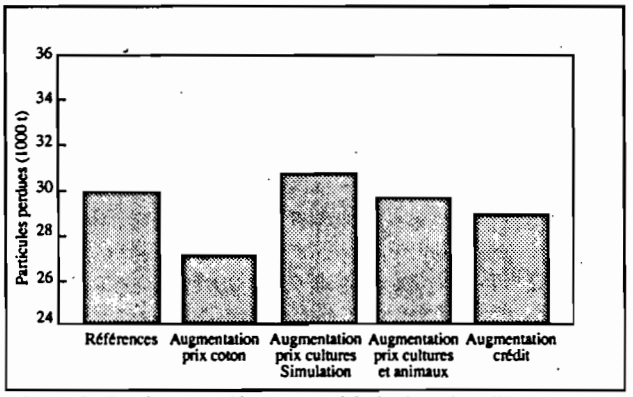


Figure 2. *Erosion cumulée sur la période dans les différentes simulations.*

Augmentation des prix moyens de toutes les cultures et des prix des animaux

Une autre possibilité est que les prix de tous les produits agricoles augmentent. Dans ce cas, tous les acteurs profitent de cette amélioration, les éleveurs de l'augmentation du prix des animaux et d'une disponibilité supérieure de fourrage, les agriculteurs d'une disponibilité plus importante de fumier. L'érosion est similaire à celle observée dans la simulation de référence.

Modification de l'orientation du crédit

Une politique de crédit aurait des résultats intéressants du point de vue de la gestion des ressources naturelles tout en évitant les conséquences sociales négatives liées à une augmentation des prix des denrées de base. Les résultats sont cependant moins bons du point de vue de l'érosion que dans la situation de croissance des prix du coton. Toutefois, ceci est lié à la croissance du recours au marché (achat de sorgho plutôt qu'autoconsommation) lorsque seuls les prix du coton augmentent, si bien que la croissance de la jachère sur Séguéré repose sur une production plus importante de denrées de base dans d'autres villages... Les résultats sur l'érosion doivent donc être relativisés. On touche ici une des limites d'une analyse portant sur un seul village.

Conclusion

Les résultats ci-dessus, bien qu'encourageants, doivent être considérés comme préliminaires. En effet, il s'agit encore d'une contribution méthodologique visant à montrer comment la formalisation d'un système agraire, à partir de la représentation des principales relations économiques et agronomiques, peut permettre de progresser dans la compréhension et l'analyse de la viabilité.

Plusieurs améliorations doivent encore être apportées à ce modèle :

- A l'heure actuelle, tout se passe du point de vue des jachères comme si l'histoire de l'exploitation commençait l'année 1. Il serait nécessaire, puisque les jachères doivent durer au minimum 5 ans, de prendre en compte celles-ci depuis l'année 6.
- Il serait intéressant d'ajouter une fonction migrations en plus de l'accroissement démographique actuellement pris en compte. Elle pourrait dépendre des revenus sur le village et donner lieu à un solde positif ou négatif.
- La forme actuelle des anticipations (constantes, en ce qui concerne le niveau moyen des prix) ne permet pas l'endogénéisation de changements structurels sur les marchés de produits agricoles. Une des prochaines étapes de ce travail sera l'incorporation d'autres formes d'anticipation, adaptatives par exemple (Nerlove, 1958).
- L'intérêt de ce type d'analyse réside dans la multitude de mesures de politique économique qu'il est possible de tester du point de vue de leur impact sur l'environnement comme sur les agents économiques. Nous nous proposons de tester en particulier différentes formes de régulation des marchés afin d'évaluer l'impact du risque sur les pratiques culturales.

A ce stade de l'étude, il apparaît déjà que la préservation des ressources naturelles passe par le desserrement de la contrainte de liquidité des exploitations, que cela soit par l'accroissement des revenus ruraux inhérent à l'augmentation du prix du coton ou par des mesures de crédit. Il est également clair que la poursuite des tendances actuelles se traduirait par une dégradation de l'environnement, mettant en cause la viabilité à long terme du système.

Remerciements

Cette recherche a été financée par l'US Agency for International Development, Bureau for Global Programs, Office of Agriculture, Washington DCUSA. Ce travail a aussi bénéficié du concours de l'Université des réseaux d'expression française.

Les auteurs remercient Mme Isabelle Marty pour ses commentaires.

Références bibliographiques

Anderson J.R. ; Thampapillai J., 1990. *Soil conservation in developing countries. Project and policy intervention.* Washington, USA, The World Bank, 45 p.(Policy and Research Series 8),

BIFAD (Board for International Food and Agricultural Development) Task Force, 1988. *Environmental and natural resources : strategies for sustainable development.* Washington, USA, Agency for International Development.

Clark C.C., 1976. *Mathematical Bioeconomics. The optimal management of renewable resources.* New York, John Wiley and sons, 352 p.

Deybe D., 1994. *Politiques pour une agriculture durable. Essai sur la gestion de ressources naturelles renouvelables.* Thèse doctorat science économique, université de Paris I, Panthéon-Sorbonne, Sorbonne, France, 263 p.

Faucheux S. ; Noël J.-F., 1990. *Les menaces globales sur l'environnement.* Paris, France, Ed. La découverte, 124 p. (Collection Repères).

Gérard F., 1991. *Instabilité des prix agricoles et influence de l'incertitude sur les comportements économiques : essai sur les problèmes associés à la régulation de l'offre.* Thèse de doctorat, université de Paris I, Panthéon-Sorbonne, France, 567 p.

Nerlove M., 1958. *The dynamics of agricultural supply.* Baltimore, USA, Johns Hopkins University Press.

Ouedraogo S., 1991. *Influence des modes d'accès à la terre sur la productivité des exploitations agricoles : le cas de la zone Ouest du Burkina Faso.* Thèse doctorat 3e. cycle sciences économiques, Université nationale de Côte-d'Ivoire, Côte-d'Ivoire, 146 p.

Pearse D., Barbier E. et Markandya A., 1990. *Sustainable development. Economics and Environment in the Third World.* Vermont, USA, Edward Elgar Publishing Company, 217 p.m

Tauer L.W., 1983. Target MOTAD. American Journal of Agricultural Economics, 65. : 606-610.

Comprehensive Information Systems for Decision Making in an Economy in Transition

A Case Study in China

Adam, Rainer
Friedrich-Naumann-Stiftung, Ta Yuan 6-2-12-2, Beijing 100600, China

Abstract

This paper summarizes the experiences of a pilot experimental study on the establishment of an alternative information system for rural households. The study was carried out between 1991 and 1993 in Sanhe County, Hebei Province, in northern China. It aimed to show that, in practice, relatively simple cost-effective analytical tools can assist in improving the understanding of administrators and policymakers of an economic system undergoing a fundamental transformation from a planned to a market economy. It was found that the skills and analytical abilities of the technicians, administrators, and analysts involved in the exercise were greatly enhanced. Of particular importance was the finding that a general understanding of how market systems work had been fostered. Moreover, the consequences of government intervention in the reform process, and the possible impact of such action on rural producers and consumers could be demonstrated. Finally, a capacity was created for resolving complex problems related to the design and management of information systems, supporting policy analysis as a basis for decision making under 'market conditions' and without external assistance.

Résumé

Systèmes d'information globaux pour la prise de décision dans une économie de transition

Cet article présente la synthèse d'une étude de cas pilote concernant l'établissement d'un nouveau système d'information pour les ménages ruraux. L'étude a été réalisée de 1991 à 1993 dans le nord de la Chine, dans le canton de Sanhe qui fait partie de la province de Hebei. L'objectif de cette étude est de prouver que dans la pratique, l'utilisation d'une méthode d'analyse simple, efficace et peu coûteuse apporte des résultats solides pour améliorer la compréhension des administrateurs et des responsables politiques, dans un système économique qui est en train de passer d'une économie planifiée à une économie libérale. La qualification et la capacité analytique des techniciens, fonctionnaires et analystes impliqués dans le projet se sont vues considérablement améliorées. Il faut souligner aussi que la compréhension générale des mécanismes des systèmes de marché a été améliorée. Qui plus est, les conséquences de l'intervention du gouvernement dans le processus de réforme, ainsi que l'impact d'une telle action sur les producteurs et les consommateurs ruraux, ont pu être démontrés. Finalement, on a créé une capacité permettant de résoudre les problèmes complexes relatifs à la création et à la gestion de systèmes d'information, propres à apporter un soutien à une analyse politique vue comme base à toute prise de décision dans les conditions d'une économie de marché et sans aide extérieure.

Introduction

The ongoing economic reforms in China, which aim at transformation from a planned to a market economy, require important changes in government functions at different administrative levels. This is particularly imminent for the rural sector, which has been transformed much more dramatically than the urban sector. During the transformation, decisionmakers at all levels are faced with serious problems concerning the expected results of their policy decisions. The current information systems and data, still gathered along the lines of a planned economy, mostly do not provide the information necessary in the new macroeconomic environment. Moreover, with regard to the rural population, there is no systematic and comprehensive information available to describe the actual situation of farm households, farm enterprises and other rural socioeconomic activities.

Unfamiliar with the new environment, decisionmakers tend to cling to old 'instincts' and therefore they still tend to

interfere directly, either by fixing prices or production quotas. Although it is generally acknowledged that the focus of attention should be shifted to farmers' incomes, decisionmakers unfamiliar with the new economic environment tend to think and act along the lines of direct intervention [eg, the fulfillment of a state plan in terms of quantities (of produce and inputs)]. Analysis of indirect influences on the rural sector, for which information on farmers' incomes, costs, produce, and factor prices are prerequisites, is seldom undertaken.

The Problem

The above has far-reaching consequences for the existing information base in terms both of the statistical system and the data available for analysis and consultation. The data-gathering system, as practiced by agricultural institutions under the planning system, concentrated mainly on data related to the production process. Nevertheless, the fact that the entire farm household (including all activities related to production and household consumption) was the subject of the investigation can be seen as a positive aspect. Typically, data were not recorded by the householders themselves but by the village accountants. As under the planning system, the assumption was that government-fixed prices (for inputs and produce) were identical for all households and that inputs and outputs were distributed solely through government channels, accountants could simply use the figures announced by the government. Therefore, in the past, it was perhaps not necessary to involve farmers in this type of information gathering, especially as the agricultural resources of the households were well known to the accountants. Diversification of the rural economy, freeing of prices from government control, trading of resources between farmers, and enlarged access to nongovernment channels of distribution, etc, resulted in a very different structure of the rural economy and varied economic situations in rural households. Enquiries by the accountants thus became necessary, although, in reality, these were seldom made. Other major shortcomings and disadvantages of the present system are:

- miscellaneous data records, slow collection and feedback (no feedback to participating farmers);
- publication of results when major policy decisions have already been taken;
- deformed and distorted data as a result of the aggregation of diverse sectors and multilevels (simple averages only, variance not available);
- low efficiency and antiquated means of data analysis and utilization;
- high maintenance costs and poor benefits.

One consequence of the traditional system is that it generates mountains of records and files that are not destined for analysis. A survey system comprising 30 000 farm households is of no real benefit to decisionmakers, as the results from simple average calculations are not appropriate to policy making and are unavailable when needed. The major problem shared by decisionmakers at various administrative levels is that relevant information on the status of the rural economy is not available when important decisions have to be made. Skepticism and suspicion about data gathered through the official system has grown progressively. A result of these shortcomings is that the central authorities send their own investigation teams to the localities to collect relevant information.

Generally, the need for a different information basis has been acknowledged. However, there is also the widely held opinion that with slight modifications the old system might be well suited to the changes. The Ministry of Agriculture requested our assistance in the spring of 1991—much earlier than the new reform drive (initiated in spring 1992)—to address the issue. The result of our discussions was that we would carry out an experimental study and test alternative data-collection systems with a view to eventually replacing the traditional information system. We were to develop a new system suited to the changed needs of decisionmakers and carry out a pilot study involving a limited number of farm households in a county in the vicinity of Beijing. The results were to be used for demonstration purposes and, potentially, as a basis for reform of the entire data-collection and household-information systems.

The Objective

The main objective of the pilot experiment was to provide decisionmakers at county and provincial levels with access to relevant information on rural households to allow for timely policy action. The experiment aimed at confronting and overcoming the problems outlined earlier. It was expected that clear indications as to how to solve some of the problems would become apparent.

The Experimental Study

Because of the limited knowledge of local decisionmakers in matters pertaining to economics and agricultural economics, it was decided to design a simple tool that would enable those with even a limited understanding of market economic processes to make rapid assessments of the impact of various agricultural policy scenarios on farm households. The following design characteristics were deemed essential: (a) flexibility, (b) clarity, (c) transparency, (d) ease of handling for computer illiterates, and (e) low costs. The tool consisted of a record sheet listing all household activities and all cash in- and out-flows. For each activity, for instance, the purchase of fertilizers, a date, quantity, price or value per unit, and total value were given, and the activity was described briefly [eg, fertilizer application to 5 mu (about 0.3 ha) of wheat].

The fact that little was known of the specific needs of the decisionmakers presented a particular constraint. There was a general inability or unwillingness to let the analysts know in which areas decisions, for instance at the county level, would be made, and what manner of help would be required in which areas. It is likely that decisionmakers at

local levels do not have set preferences, as this would limit their choices and possibly expose them to the criticism of the bureaucracy or the party apparatus. Apparently, their preferences are highly dependent on the general political framework, the political wind, so to speak. Political tendencies are unpredictable and trends are often very difficult to foresee. It was planned to overcome this constraint through continuous dialogue and discussion of preliminary results.

The pilot experiment consisted of three phases: design and testing, data collection and analysis, and evaluation. During the first phase, all those involved in the exercise received intensive training that included basic and advanced farm economics, and data recording, collection, correction, analysis, and presentation. A simple data record sheet was designed to be filled in by farmers. After initial testing by the participants, modifications were made. The final version required recording of all economic activities of the farm household, including farm, nonfarm, agricultural and nonagricultural activities. The records were completed by the farmers themselves, or members of their households, and not by the village accountants, as had previously been the case. In addition, a complete socioeconomic survey of the participating households was conducted and inventories of all farm resources were established. Secondary information was collected to describe the socioeconomic conditions of the three villages, the township, and the county where the experiment was conducted. The second phase started in January 1992 with the sequential recording and regular collection of household data. The record sheets were collected monthly. The records were checked and corrected (after consultation with the originator, ie, the farmer) at the village level. They were rechecked by the township and county officials, coded, and returned to the Ministry where another check was followed by data entry. The database program was designed to run cash flow and gross margin analyses and to produce various tables from the analysis of specific data such as sources of income, taxes, and prices according to requests from the Ministry, the county, and provincial decisionmakers.

In the first year, mainly technical problems were encountered. The participating farmers, village accountants, and the township and county officials involved had to familiarize themselves with the new system and its procedures. The farmers were involved and consulted as to their views on specific issues on a regular basis. Preliminary results and problems were discussed, and the outcomes were taken into account in an ongoing adaptation of the instrument. Collected data were intended for monthly analyses; the results of the cash flow analysis were to be delivered to farmers monthly and those of the gross margin analysis shortly after harvesting of the first crop. Information on household consumption, taxes, total household incomes, etc, was to be delivered at the end of the year. It was hoped that distortions (such as exorbitant prices, costs, taxes, and fees) would be detected almost immediately from the monthly cash flow data. Other anomalies (such as shortages of certain fertilizers) could be reported to the supervisors when they collected the data sheets. The annual results of the analyses were to be presented to the farmers and the decisionmakers shortly after the second harvest, usually in October, so that the findings could be considered in advance of the annual policy meetings on the agricultural sector that take place from middle November to beginning January (thus the annual figures in October would consist of reported figures for the first 10 months and estimates for November and December, which would be replaced by reported figures later). This presentation was to be followed by commencement of the third phase of the experiment—evaluation and, ultimately, a recommendation for the design of a new data and information system. Originally the experiment was due to end in the spring of 1993. As a result of problems, however, it was extended by a year to encompass two complete vegetation periods. It was therefore possible to compare results collected over two years.

The Outcome

In reality, the experiment was not implemented as smoothly as hoped and a number of serious problems were encountered. However, general understanding of how the present economic system (a rather mixed system with elements of state planning and strong government intervention, and free market and private economic activities) functions and how market mechanisms work was considerably enhanced by the pilot experimental study. The complexity of the rural economy, the interdependencies of subsectors, and the comprehensive economic situation of rural households were better understood, which subsequently led to a more differentiated view of the realities. The experiment enabled us to identify various types of rural/farm household and their specific needs, and to understand better the determinants of farmers behavior and why farmers, as principal economic decisionmakers, are making certain decisions. We were able to distinguish between full- and part-time farmers (if more than 50% of household income came from nonfarming activities, a farmer was classified as part time). Among full-time farmers, three types were identified: grain farmers, grape growers (more than 50% of farm income generated by this commodity), and farmers with a mixed-farm operation (the income portion of each commodity was less than 50%).

The overall results (aggregated data) were presented by the analysts from the Ministry to all the farmers, the accountants, and township and county supervisors. Each farmer received a balance sheet complete with a commentary supplied by the analyst. For the first time, participating farmers were confronted with the economic results of their work. Generally, they greatly appreciated the results of the cash-flow analysis and regretted that gross margins could not be analyzed. They believed that the data presented provided an accurate picture of the real situation. In the case of discrepancies or an inability to explain a certain fact, they usually knew the origin of the discrepancy or could provide further details. The supervisors and analysts were surprised to discover variance and great disparities in the economic situations of the participants. They also found unexpected the high cash flow and large

amounts of financial resources required to finance production. Regarding private consumption, the differences in living standards were striking. The tax burden also appeared to be very unevenly spread. County and province decisionmakers were equally surprised at these results. They realized that because of the diversity of households, agricultural policy measures would affect farmers differently. More importantly, the effect of, for instance, a 20% rise in grain prices attributable to government intervention, could be quantified and the contribution to the increase in total income could be shown. This was an important result as it created a sensitivity regarding government interventionist policies and helped to create an awareness of the complexity of the rural and household economy.

However, regarding the practicability of the new system, some major shortcomings persisted, especially in technical and operational implementation. The agricultural institutions involved were not in a position to achieve one of the main objectives of the pilot experiment, namely the timely provision of data for analysis. Although technically possible, punctual execution of the various tasks was compromised for a variety of reasons concerning those responsible. The collection of record sheets, coding, data entry, and data analysis were delayed, hence so also was the provision of analytical results to political decisionmakers and farmers. This was partly due to the fact that those responsible were overburdened with other tasks. The results of the first year, for instance, were not presented to farmers in October of that year as planned, but in June the following year. The new system was therefore no more efficient than the old in this respect. Performance did, however, improve in the second period. The results were discussed with farmers and local officials at the end of January of the following year, again later than the target set (October). Another major shortcoming was the fact that, although cash flow analyses were performed and information on tax burdens, household consumption, and nonfarm incomes provided, calculations of gross margins were not carried out as the necessary data were unavailable. Total values were given, but not the quantity andor price/value per unit. This was a serious problem that should have been detected much earlier.

However, it is hoped that the experience gained will be used to set up a simpler, less costly system through modification and consolidation of the database for each farm household type. This system would consist of a farm household model (as a simple data matrix) for comparative static analysis (which would certainly be sufficient under the present conditions) and simulation of policy scenarios. A PC based tool (a simple programmed spreadsheet would be sufficient) could be used by the analysts to communicate interactively with the decisionmaker. Evidence that this new tool is useful will probably be gathered in another experiment. Certainly further research is required to develop an appropriate information system to replace entirely the one in use.

Summary and Conclusions

The pilot experimental study can be seen as a mutual learning process in which local decisionmakers, analysts from the Ministry and their local support staff, and the foreign expert acquired experience in the design and use of this type of information system in a macroenvironment of a rapidly transforming socioeconomic system. For the participating farmers, it was the first time that they had been included in such a procedure. In general, they appreciated the overview of the economic results of their activities. The results were unexpected for the participating government officials who were confronted with a picture of the farm economy that was quite different from that given by analysis of the official statistics. The overview and insight into the complex and fast-changing socioeconomic environment of rural households during the transformation process was highly appreciated. The experiment also proved that the existing information system did not reflect those changes. It convinced government representatives that new approaches were needed, for instance, the introduction of a division between full- and part-time farmers, and definition of farm types or systems according to specialization or main commodities. Overall the experiment created a capacity to assess and evaluate critically the central government's agricultural policy and its impact on the rural population.

The experiment also highlighted the shortcomings and weaknesses of the agricultural institutions involved. It is unlikely that a slow administration will be able to comply with the necessary time constraints. Fairly sophisticated tools were too complex and could not be managed appropriately, especially as the Ministry did not supply computing tools for the experiment. It is possible that the entire procedure, including the allocation of the necessary manpower capacity, was impeded because the exercise was run alongside the regular jobs of the analysts involved.

Because of the dynamic nature of the Chinese transformation process, the socieconomic context is also changing very rapidly. It is therefore necessary to create an information system able to yield results rapidly. The rate of change and the high degree of uncertainty deems the development of sophisticated tools impractical and costly. It is therefore suggested that the simple and easy-to-handle instruments that would be most appropriate to the present situation should be designed and developed.

Comunidades campesinas y formación de mercados en sistemas de producción surandinos del Perú

Cavassa Augusto
Asociación Arariwa, Av. Los Incas nº 1606, Wanchaq-Cusco, Perú

Resumen

El objeto de este texto es evaluar los efectos que las políticas de estabilización y las reformas estructurales han tenido en la formación de los mercados rurales dentro de una zona campesina andina. El estudio trata sobre el papel de las comunidades campesinas en la solución de problemas relacionados con la asignación de recursos escasos o la ausencia de servicios, relacionándolo con la efectividad que podría tener el mercado dentro de un medio donde los derechos de propiedad no están claramente precisados para los diferentes recursos, y donde las transacciones de mercado tienen equivalentes fuera de él.

La investigación trata sobre la situación de los sistemas de producción andinos que se encuentran próximos a un mercado urbano dinámico (que en este caso es Cusco), que disponen de infraestructura de transporte y comunicaciones, así como de servicios públicos y presencia de instituciones privadas de desarrollo. El estudio se realizó en una zona campesina del departamento de Cusco: Chinchero. El principal factor que diferencia esta zona de otras, es la distancia que la separa del importante mercado de Cusco, situado a sólo 30 kilómetros.

Mots clés

Perú, comunidad campesina, sistemas de producción surandinos, desarrollo rural, formación de mercados, política de ajuste, política agraria.

Résumé

Les communautés paysannes et l'organisation des marchés dans les systèmes de production «sud-andins» au Pérou.

L'objet de ce texte est l'évaluation des effets des politiques de stabilisation et des réformes structurelles sur l'organisation des marchés ruraux dans une région paysanne des Andes. L'étude porte sur le rôle des communautés paysannes dans la résolution des problèmes liés à l'affectation de ressources limitées ou à l'absence de services, par rapport à celui que pourraient effectivement jouer les marchés, dans un milieu où les droits de propriété sur les différentes ressources ne sont pas clairement définis, et où les transactions sont traitées en termes étrangers au marché. La recherche porte sur la situation des systèmes de production andins proches d'un marché urbain dynamique (Cuzco, dans le cas présent), disposant d'infrastructures de transport et de communication, et jouissant de la présence de services publics et d'institutions privées de développement. L'étude a été réalisée dans le Chinchero, région paysanne du département de Cuzco. Le principal facteur la distinguant d'autres régions est son faible éloignement (30 km), par rapport au grand marché que constitue Cuzco.

Abstract

Farming Communities and Market Formation in South Andean Farming Systems in Peru

The object of this presentation is to assess the influence that stabilization and structural reform policies have had on the formation of rural markets in a farming region of the Andes. The role of farming communities in the resolution of problems linked to the allocation of scarce resources, or to the absence of local services was compared with the role the markets could play in an environment in which property rights and contractual arrangements concerning resources are not specified precisely, and transactions are conducted contrary to normal market practice.Research concerned the situation of Andean farming systems close to the dynamic urban market of Cuzco, which had transport and communications infrastructures, public services, and private development institutions. The study was carried out in Chinchero, a farming area in the Cuzco region. What differentiated it from other similar areas, was its relative proximity (30 km) to the large market of Cuzco.

Introducción

Las políticas de estabilización y de ajustes estructurales que se venían implementando en América Latina comienzan a ser aplicadas en el Perú a partir de 1990. Estos programas buscan reformar la forma de operar de los mercados para que funcionen competitivamente, para lo que requieren alterar radicalmente los precios relativos de la economía y cambiar las reglas con que realizaban sus transacciones los agentes económicos.

En este artículo se quiere ver los efectos de estas medidas sobre la formación de los mercados rurales, tomando el caso de las comunidades campesinas donde los derechos de propiedad son inexistentes o no se pueden hacer respetar, y donde para explotar un recurso se necesita cooperar, formar parte de una organización y acatar los acuerdos y dispositivos que la regulan.

La política económica y agraria desde los 80

La política de protección del agro aplicada en la última década consistió fundamentalmente en sistemas de precios de garantía y refugio. Los mecanismos de comercialización (políticas de precios o provisión de insumos a precios subsidiados) favorecieron los cultivos producidos para el mercado urbano, pese a que la política comercial redujo los niveles de protección efectiva para casi toda la producción agrícola.

En el período 1980-1985, el gobierno redujo la intervención directa del Estado y comenzó a utilizar los mecanismos de mercado, dentro de una política expansiva del gasto. La Ley de Promoción y Desarrollo Agrario liberalizó los precios al productor y suprimió la mayoría de los controles a la comercialización; los precios de los fertilizantes se mantuvieron en valores reales muy cercanos a sus precios de frontera. Desde fines de 1982, a raíz de desequilibrios fiscales y de Balanza de Pagos, se reorientan las acciones hacia una política monetaria y crediticia restrictiva.

Desde 1985, el entrante gobierno aprista retorna a una política expansiva del gasto, incrementando las remuneraciones y los precios agropecuarios a un nivel mayor que la inflación. Para financiar tal expansión de la demanda se redujo unilateralmente el servicio de la deuda externa y se utilizaron las reservas internacionales acumuladas, pero aun así esta situación sólo se mantuvo por dos años. Desde mediados de 1987, se evidencian las incoherencias del programa macroeconómico pero, en lugar de corregirse las distorsiones en el sistema de precios relativos, se recurrió a la emisión monetaria para financiar el gasto público. Los desequilibrios explotaron a fines de 1988 ocasionando una hiperinflación que llegó al 4.700 % anual en 1989 como consecuencia del exceso de demanda agregada.

En 1990, el gobierno entrante aplicó un programa de estabilización para acabar con la hiperinflación y un programa de reformas estructurales orientado a modificar la organización y funcionamiento del sector público, así como de los principales mercados de la economía (tierra, trabajo y capital). Se recurrió al manejo restrictivo de las variables monetarias y crediticias, cortando el financiamiento inflacionario del déficit fiscal.

La disminución del personal de la administración pública incidió en la desaparición de los extensionistas agrícolas del escenario rural, al igual que la eliminación del Banco Agrario ahogó las posibilidades de financiamiento agrario. Las reformas en los mercados de factores incidió en los de trabajo, capital y tierras que introdujeron cambios legales para flexibilizar su funcionamiento.

Concordando con la política general de liberalización de precios de la economía, se eliminaron los controles de precios de los alimentos e insumos agropecuarios, así como la exclusividad de las empresas públicas en su importación y comercialización. En la Ley de promoción de inversiones en el sector agrícola se dispuso que la tierra, sin importar su origen, podría ser libremente transferida a terceros; aunque esta última disposición no incluía las tierras de las comunidades campesinas.

Dinámica del Desarrollo Local: 1982 Y 1992

Generalidades

Los distritos de Maras y Chinchero cuentan con 17 organizaciones campesinas (15 comunidades y 2 cooperativas), las cuales controlan casi la totalidad del territorio y albergan una población de 4,200 familias. Los poblados de mayor importancia corresponden a las capitales distritales, los cuales mantienen una relación estrecha con las comunidades campesinas pues son habitadas en gran parte por campesinos empadronados dentro de ellas.

Las comunidades campesinas en general se comportan como unidades de gobernación que facilitan el vínculo con el mercado y las instituciones privadas y públicas de apoyo. Se componen de unidades familiares donde la producción, el consumo y la inversión son resultado de decisiones simultáneas, estando la producción atada al consumo de la familia a pesar de ser uno de los ámbitos de mayor producción comercial. La necesidad de acciones colectivas proviene de un gran número de externalidades (deseconomías) de producción, debido a la interdependencia ecológica del proceso biológico.

La ubicación de Chinchero respecto a Cusco y las condiciones para desarrollar una agricultura campesina comercial, le favorecieron para recibir apoyo crediticio del Banco Agrario. Los recursos prestados por esta entidad para esta zona llegaron entre 1985-1990 a más de 1,7 millón de dólares constantes, cifra que fue cuatro veces mayor a la prestada en el quinquenio anterior; de esta cifra, cerca de 1,2 millón de dólares fueron otorgados entre los años de 1986 y 1987.

El proceso de intensificación de la agricultura

Desde inicio de la década del 80, gran parte de las tierras estaban sujetas a derechos permanentes de uso para las familias, lo cual les diferenciaba de amplias zonas de agricultura tradicional donde las tierras todavía estaban barbechadas en forma rotativa bajo el control de instituciones comunales. Esta última estaba limitada a las zonas

donde la altura y la calidad de los suelos presentaban límites biológicos a la intensificación de los cultivos.

La cercanía a Cusco y la carretera asfaltada aumentaron el precio relativo de las tierras y aceleraron la adopción de técnicas destinadas a aumentar la intensidad de cultivo. La declinación del ratio tierra/familia, debido al crecimiento poblacional, obligaron a que las familias busquen mantener sus ingresos con incrementos en la productividad, optando por una tecnología intensiva de cultivo de papa basada en semilla mejorada-fertilizantes-pesticidas.

Pese a estos últimos cambios, las zonas mantienen la diversidad de cultivos (más de 15 cultivos diferentes) aunque la papa representa el 36% del área cultivada con una extensión bruta de 5,400 hectáreas. La importancia relativa de este cultivo varía de acuerdo con las comunidades campesinas, en aquellas con menos tierras la mitad de la superficie cultivada corresponde a este tubérculo; mientras que en las otras está alrededor del 30% del total de la superficie cultivada.

Cambios en la producción y en los ingresos familiares

La información de fincas familiares de 1992 respecto a 1983, muestra una reducción del 20% en los ingresos agrícolas reales (de $US 2.780 a $US 2.044). Tomando en cuenta que, en este periodo, los precios reales se redujeron a menos de la sexta parte, la menor caída de los ingresos se explica en función de tres factores:

- la incorporación de un 20% más de tierras de cultivo;
- el incremento del 100% en los rendimientos de papa;
- la obtención de un ingreso agrícola adicional de un 14% por el cambio del cultivo de papa consumo por semillero de papa.

Este hecho es relevante en la medida que, en el mismo tiempo, los ingresos urbanos de los empleados formales descendieron en más del 70%. Estos cambios fueron posibles porque las fincas contaban con parte de tierras en descanso, una oferta tecnológica disponible y el insumo principal: la semilla de papa.

La dinámica de la agricultura empujó al desarrollo de otras actividades como la manufactura, la reparación de artefactos diversos, el comercio, los servicios, la construcción y el transporte. Lo que hizo que los ingresos familiares por actividades no agrícolas crezcan en este periodo del 6% del ingreso total al 17% promedio, aunque su importancia entre los agricultores más pequeños llega a representar más de la tercera parte de sus ingresos.

El comportamiento de los mercados rurales después de las políticas de estabilización

El entorno local

Los ajustes macroeconómicos dados después de 1988 tienen efectos negativos en la producción, pues el creciente proceso inflacionario generó cierta retracción de la economía de la zona[1]. Por más que los precios agrícolas crecen a un ritmo mucho mayor que la inflación durante el segundo semestre de 1989, los agricultores no responden a los incentivos de precios, pues el proceso hiperinflacionario les llevó a incurrir en costos de transacción tan altos por la información de mercado, que un informe desactualizado de precios podía conducirles a pérdidas considerables en cuestión de días. El nivel promedio de precios después de 1990 es más bajo que el alcanzado antes del ajuste debido a la sobrevaluación del tipo de cambio que abarata los alimentos importados, pero la mayor estabilidad en los precios incentiva una mayor transabilidad en el mercado.

Respuestas colectivas a la escasez de recursos y la opción del mercado

Dentro de las reformas iniciadas, el gobierno viene intentando desencadenar factores políticos y sociales que afecten la oferta de cambios institucionales en dos recursos escasos: la tierra y el agua de riego. Para el caso de las zonas campesinas, en mayor medida que en otros sectores, lo importante en los derechos de propiedad de la tierra o del agua es la seguridad en su posesión más allá de la formalidad de un título de propiedad individual; estando estos derechos garantizados por las comunidades campesinas y no por los títulos de propiedad emitidos por el Estado (Kervyn, 1992).

En los casos en que estos recursos se hicieron más escasos y las personas empezaron a competir para su uso, la respuesta comunal fue diferente para los recursos mencionados:

- En el caso de la tierra, la presión poblacional redujo los controles comunales llegando incluso en algunos casos a pasar a un sistema de pleno uso individual sin desarrollar un mercado libre de tierras pues la propiedad continuaba siendo colectiva. Como sustenta Bruno Kervyn (Op. cit), *«La heterogeneidad (en los sistemas de tenencia) es acompañada por una flexibilidad de las instituciones comunales que permite una adaptación relativamente rápida a cambios demográficos u otros»* respondiendo con mayor facilidad *«A demandas por mayores derechos individuales y particularmente por el derecho de cultivar parcelas específicas (derechos de posesión)»*.
- En el agua de riego, aumentó el control comunal sobre su propiedad en la medida que se caracterizaba por tener un alto costo de supervisión y contar con economías a escala, por lo que era necesario definir reglas mas claras y consolidarlas con rigurosidad. Donde para la coordinación eficiente requiría de normas que definan las obligaciones entre las personas en el uso del recurso, así como reglas para evitar o reducir conflictos. (Cavassa, 1994)

La posibilidad de responder a la escasez desarrollando un mercado que maneje el problema de su asignación a través del mecanismo de precios en ningún caso fue necesario. La interdependencia en las actividades agropecuarias, los altos costos de información y la falta de delimitación de los derechos de propiedad, son imperfecciones que no permiten el desarrollo de un mercado. Estas imperfecciones son corregi-

[1] A partir del año 1988, surge entre los agricultores una preocupación general por los bajos precios de los productos agropecuarios y las constantes elevaciones en los precios de los fertilizantes, pesticidas y el transporte. Esta situación de inestabilidad subsistió hasta fines de 1990, comenzando a estabilizarse desde 1991, cuando el comportamiento de los precios agrícolas sigue el ritmo cíclico habitual, en función de la oferta estacional de los productos.

das a través de instituciones que regulan directamente el comportamiento de los comuneros.

De esta manera, los derechos de aprovechamiento de la tierra o el agua se concretizan al interior de las comunidades campesinas a través de un sistema normativo que tiene vigencia sobre las leyes expedidas por el Estado. Donde las diferencias entre el dominio privado o público y el alcance en los derechos de aprovechamiento de un recurso, lo dará en última instancia quién ejerza su control y administración efectiva.

Transacciones bilaterales, o transar, en mercados especializados

La mayor incidencia de la liberalización del los precios de los insumos y la falta de crédito se centraron en la papa, por ser el cultivo comercial más importante y el que tiene mayores exigencias monetarias en su producción. Para percibir los cambios ocurridos, se dividen los gastos en tres grandes rubros: mano de obra, insumos y equipo, y la obtención de servicios de maquinaria y transporte.

La mano de obra no se consigue mediante transacciones de mercado, sino a través de un sistema de organización del trabajo basada en la acción colectiva, regido por principios como la ayuda mutua o los ingresos compartidos. Estos principios reemplazan contratos formales entre agricultores que serían complejos de ser especificados, y que les permite enfrentar la fuerte estacionalidad en la demanda de trabajo sin mayores desembolsos monetarios. Esto hace posible programar las labores agrícolas más allá de los cambios en la política agraria y de los vaivenes del mercado, donde la caída de los precios agropecuarios podrían no cubrir -en un momento dado- la valorización de la mano de obra a precios de mercado. La cosecha es el momento que requiere el mayor número de trabajadores, donde, al no existir un mercado especializado de trabajo, los agricultores se ven forzados a demandar mano de obra a través de contratos en los que se comparte la cosecha. En la campaña 1988/1989 la fuerte inestabilidad de precios y la baja producción de papa cuestionaron estos acuerdos institucionales, recurriendo en mayor medida a los intercambios de trabajo («aynis») y al pago de jornales monetarios. Este cambio fue temporal y motivado por la necesidad de reducir costos en la cosecha de acuerdo con la menor producción y el incremento del precio de los insumos; una vez que los agricultores se adaptaron a los nuevos precios relativos, en un año con mejores rendimientos de papa, se retornó a los pagos en producto.

En la siembra de 1988 los agricultores enfrentaron fuertes restricciones para la obtención de semilla de papa. Situación que cambia desde 1991, donde la semilla puede ser obtenida de semilleristas calificados de la zona.

En las campañas 1988/1989 y 1991/1992 la mayoría de agricultores contaban con stocks anteriores de fertilizantes y pesticidas. Esto les evita tener que adquirir insumos en momentos del año en que la relación de precios agrícolas frente al de fertilizantes y/o pesticidas pueden ser desfavorables (Mesclier, 1991). A la vez, permitía reforzar las relaciones de intercambios de trabajo, ya que es común el intercambio de animales de tiro o transporte, prestarse equipo, dinero o los mismos insumos. Esta variedad de transacciones entre las mismas partes permite el ahorro de costos de transacción, porque los costos de información y de realización de contratos se convierten en costos fijos que se pagan una sola vez y no en cada transacción.

Estas relaciones permitieron que los agricultores pudieran financiar la producción entre 1988 y 1989 con el mínimo desembolso monetario; para esto intercambiaron su fuerza de trabajo por servicios de tractoreo y por el alquiler de fumigadoras, yuntas y animales de carga que podían pagarlo en dinero. De esta manera evitaban vender sus productos en momentos en que los costos de transacción se elevaban por las dificultades de predecir los comportamientos del mercado. Después de 1991, al estabilizarse los precios rurales, los servicios demandados se vuelven a pagar con dinero.

Cambios en la producción y en las transacciones en el mercado de productos

El cambio en 1992 es que las familias tienen mayores extensiones asignadas a papa y disponen de volúmenes mayores de producción. El principal factor que posibilitó este cambio fue la disponibilidad de semilla, ya que la zona podía ampliar la escala de su producción al disponer de tierras en descanso. En 1988 no se contaban con semilleristas locales y los agricultores tenían que incurrir en costos de desplazamiento y transporte para conseguir semilla fuera de la zona, adicionando a estos el riesgo de comprar una semilla de baja calidad.

Es desde 1989 que la Asociación Arariwa[2] comienza a capacitar a agricultores semilleristas y a financiar la instalación de semilleros en las comunidades campesinas. Entre 1989 y 1992, la mayoría de los entrevistados adquirieron semilla mejorada de papa a través de diferentes mecanismos: retribución por trabajos en la cosecha, préstamos y compras directas de ARARIWA, o préstamos del INIA.

Los agricultores con mayores extensiones de tierra aumentaron el área de producción de papa, reduciendo en parte los otros cultivos comerciales, aunque por lo general mantuvieron la extensión total cultivada. El cambio hacia la producción comercial de semilla es la principal variación del portafolio de cultivos, siendo una actividad atractiva porque los precios de venta de semilla son bastante estables y llegan al triple o cuatruple del precio del producto de consumo de mejor calidad.

En 1988, los agricultores con menores extensiones de tierra obtenían sus ingresos vendiendo su fuerza de trabajo y cultivando pequeñas extensiones comerciales, o produciendo exclusivamente para el consumo familiar. Esta situación es diferente en 1991, donde todos los entrevistados tenían cultivos comerciales y con mayores extensiones que en el pasado, sin que dejaran de emplearse fuera de la agricultura.

Manteniendo, y en varios casos aumentando, la extensión cultivada de las fincas se pudo financiar sin el apoyo crediticio que venía dando el Banco Agrario. La única explicación es que la economía campesina de la zona contaba con un fondo de reserva para la producción que le permite sufragar los gastos que en otra época lo conseguía a través de la

[2] Esta institución implementó un programa de limpieza y producción de semilla básica de papa, como respuesta a la creciente demanda regional insatisfecha, y la escasa cobertura de programas conducidos por entitades estatales como el INIA.

banca de fomento. Este hecho estaría indicándonos que el impacto real de la salida del Banco Agrario no es de la magnitud esperada; y que la correlación entre producción de papa y crédito es baja. El financiamiento del Banco Agrario ha sido sustituido con recursos locales y por las mismas casas comerciales que venden insumos al crédito.

Conclusiones

Se pueden resaltar dos elementos respecto al comportamientos de los mercados:

- En primer lugar, que el principal factor que impedía el mayor dinamismo en las transacciones era el proceso hiperinflacionario; pues distorsionaba totalmente el comportamiento de los precios relativos de la economía, e incrementaba prohibitivamente los costos de transacción, por la dificultad de obtener información oportuna y adecuada sobre el comportamiento del mercado. Una vez estabilizada la economía, las zonas que contaban con ventajas comparativas para la colocación de su producción a un mercado dinámico, se articulan mucho más al mercado;
- En segundo lugar, que las reformas estructurales implementadas desde un punto de vista macroeconómico tienen muy poco efecto sobre la formación de mercados en la sierra; las condiciones necesarias para la formación de mercados rurales como es la de tener fuerte relación con el mercado regional, y contar con la infraestructura de comunicaciones y de transporte adecuados que reduzcan sus costos de información y de comercialización, no son suficientes en la medida que la economía local se desenvuelve en un medio donde los derechos de propiedad sobre todos los recursos no están claramente delimitados, y donde las transaciones tienen equivalencias fuera del mercado.

En un medio local que ha desarrollado una agricultura comercial pero que tiene una débil formación en sus mercados, las relaciones de cooperación sustituyen a mercados especializados y permiten financiar la producción con muy pocos desembolsos monetarios. Un ejemplo de ésto son los préstamos entre comuneros: no tienen que devolverse en su totalidad de manera inmediata, ni con equivalencia exacta de valor, lo que da la posibilidad de utilizar mano de obra, insumos o dinero que se puede devolver más allá de la campaña productiva vigente, cumpliendo así la misma función que los créditos a la producción. Una multiplicidad de transacciones entre las mismas partes permiten el ahorro de costos de transacción porque los costos de información y de realización de contratos se convierten en costos fijos.

En un contexto como el señalado donde los mecanismos de mercado no operan debido a fallas estructurales, el Estado tiene un rol que cumplir en la asignación más eficiente de los recursos de la sociedad. Para estas zonas campesinas que tienen cubiertos sus servicios básicos y cuentan con infraestructura de transportes, el Estado, y las ONGs, deben proporcionar información de mercado, y mejorar la infraestructura de comercialización. A la vez, es importante dotarse de un marco legal lo suficientemente flexible para considerar las organizaciones locales como responsables de resolver sus conflictos en torno al aprovechamiento de los recursos así como de la preservación de los mismos, con la menor intervención estatal posible.

Referencias bibliográficas

Alvarado J., 1991. El financiamiento en la pequeña agricultura. Debate Agrario, 10: 25-44.

Cavassa A., 1994. *Las organizaciones de riego en comunidades campesinas y la privatización del agua*. Cusco, Perú, Asociación Arariwa, 24 p.

Cavassa A., 1993. *Ajustándose (¿con éxito?) a nuevas reglas de juego: cambios en las estrategias productivas y de financiamiento rural*. Cusco, Perú, Asociación Arariwa, 25 p.

Cotlear D., 1989. *Desarrollo campesino en los andes*. Lima, Perú, Instituto de Estudios Peruanos.

Escobal J., Briceño A., 1992. *El sector agropecuario peruano en 1992: evaluación y recomendaciones para su desarrollo*. Lima, Perú, GRADE (Notas para el Debate N° 5), 55 p.

Figueroa, A., 1992. La agricultura peruana y el ajuste. Debate Agrario, 13: 35-47.

Hayami Y., Kikuchi M. *Asian Village Economy at the Crossroads: An Economic Approach to Institutional Change*. Tokio, University of Tokio Press.

Hopkins R., Van der Broght D. y Cavassa A., 1990. La opinión de los campesinos sobre la política agraria. Cusco, Arariwa- Cedep Ayllu-IEP (Documento de trabajo N° 37), 41 p.

Kervyn, B. *El mercado de tierras: argumentos para un debate*. Lima, SEPIA (Cuadernos de trabajo n° 1), 39 p.

Mesclier E., 1991. *Les paysans face au marché dans des situations d'instabilité: Étude comparative dans les Andes du Pérou*. Thèse, Université de Lille, Lille, France, 365 p.

Gallo M. (editor). *Comunidades Campesinas y Nativas en el nuevo contexto nacional*. Lima, Perú, SER-CAAP, 230 p.

Platteau P., 1987. *La nouvelle économie institutionnelle et la problématique coopérative*. Namur, Belgique, Cahiers de la Faculté des sciences économiques et sociales de l'Université de Namur, 42 p.

Quelles recherches pour évaluer l'impact des systèmes financiers décentralisés en milieu rural ?

Doligez François
Institut de recherches et d'applications des méthodes de développement (IRAM),
49, rue de la Glacière, 75013 Paris, France

Résumé

Le développement agricole passant souvent par l'acquisition de moyens de production au niveau des exploitations, le crédit fait partie de l'éventail des propositions de politiques agricoles. Mais le contexte macro-économique des pays du Sud dans lequel sont formulées ces propositions a beaucoup évolué et a eu pour conséquence la diminution de l'accès des ruraux aux sources de financement institutionnelles. Face à cette tendance, se sont développés des systèmes de financement décentralisés, plus proches économiquement et socialement des usagers exclus du secteur bancaire. Dans le cadre de la définition de leurs orientations, ces systèmes ont besoin d'analyser l'impact dufinancement au niveau des unités économiques bénéficiaires, mais ils se heurtent à l'inadéquation des démarches traditionnelles d'évaluation économique des investissements. A partir du cas du crédit rural de Guinée, on illustre les résultats obtenus lors d'une évaluation basée sur la réalisation d'enquêtes budgétaires. Le petit crédit permet une plus grande indépendance économique des bénéficiaires, une diversification de leurs activités et une augmentation de leur productivité. Une part importante des revenus induits par l'accès au crédit est investie dans l'habitat mais une certaine accumulation productive est possible, surtout dans le cas des activités commerciales. En conclusion, la question de la restitution de ces résultats et de l'institutionnalisation de ces recherches est posée.

Abstract

Method to Evaluate the Impact of Decentralized Financial Systems on the Rural Environment

As agricultural development generally depends on the capacity of farms to acquire the means of production, credit is an issue for agricultural policies. But changes in the macroeconomic context of third world countries have reduced the accessibility of institutional finance to rural inhabitants. The response has been the creation of decentralized financial systems, which better match the social and economic requirements of users excluded from the banking sector. To define their strategy, these systems need to evaluate the economic impact of credit; however, traditional methods of evaluation are inappropriate. The case of rural credit in Guinea and the results of an economic evaluation based on budgetary survey are examined. Small loans allow more users economic independence, diversification of activities, and increase in productivity. A significant portion of 'loan-generated' income is invested in home improvement, but interest-bearing investment is possible, especially in commercial activities. In conclusion, feedback of these results to credit users and formalization of the evaluation methodology are discussed.

Introduction

Le nouveau contexte macro-économique entraîne le développement de nouvelles formes institutionnelles au niveau des structures d'appui aux exploitations paysannes. C'est en particulier le cas des systèmes de crédit où les banques de développement et les projets laissent de plus en plus place à des systèmes financiers décentralisés. De par la nature de leur financement — crédit ouvert et non prédéterminé, petit montant directement injecté dans le financement des activités d'un grand nombre d'unités économiques rurales —, il s'avère impossible de reproduire une démarche classique d'évaluation économique. Il est donc nécessaire de s'interroger sur les spécificités du petit crédit avant d'en analyser l'impact. Mais l'élaboration des méthodes doit aussi prendre en compte la construction de systèmes d'évaluation fonctionnels au niveau des réseaux décentralisés. Comme l'illustre ce texte, c'est actuellement l'enjeu au plan de l'institutionnalisation du crédit rural en Guinée.

L'évolution récente des politiques de crédit en milieu rural

Dans la formulation des politiques agricoles, les exploitations agricoles sont amenées à réaliser des investissements pour leur capital d'exploitation et leur équipement qui dépassent souvent leur capacité d'autofinancement (Dufumier, 1986). L'accès au crédit est donc souvent présenté comme un "levier" du développement et a longtemps été soumis à d'autres objectifs en matière de revenus des agriculteurs ou d'introduction de nouvelles technologies dans les exploitations. L'intervention de l'Etat ou des projets de développement sur le crédit est alors justifiée pour peser sur les choix des exploitants en matière d'investissement, voire pour les "convaincre" de l'intérêt de la modernisation (Dumont, 1965).

Durant la décennie 80, les politiques de crédit sont largement conditionnées par les mesures macro-économiques d'ajustement que prennent les pays du Sud face au contexte international de tarissement des flux financiers et aux déséquilibres de leur balance des paiements. Afin de réduire les déficits publics, les politiques de crédit favorisant les bas taux d'intérêt et la sélection des objets de crédit sont remises en cause. La libéralisation financière (Hugon, 1990), caractérisée par le relèvement des taux d'intérêt, mais aussi par des mesures visant à supprimer les distorsions liées à l'économie administrée, doit permettre de susciter une dynamique de l'épargne capable de relancer l'investissement.

Les banques de développement qui s'étaient jusqu'alors centrées sur le crédit agricole lié à l'intensification des systèmes de culture (Breton, 1989), et dont la situation financière s'est dégradée, voient leur rôle diminuer sur les marchés financiers au profit de la privatisation et de la concurrence bancaire. En conséquence, et du fait des pratiques du secteur bancaire, les unités économiques rurales sans patrimoine permettant le nantissement ont tendance à être exclues des circuits de financement institutionnels.

La prise en compte de ces effets conduit à remettre en cause les bases théoriques à l'origine de la libéralisation financière. En effet, les agents économiques, et en particulier les exploitants agricoles, possèdent des objectifs économiques différenciés en fonction de leur accès aux moyens de production et des rapports de production et d'échange auxquels ils sont soumis (Dufumier, 1986). Ces objectifs induisent différents critères de gestion par rapport au capital financier. Pour analyser le recours au crédit des exploitations paysannes, le taux d'intérêt du marché financier est ainsi à mettre en relation avec le coût d'opportunité du capital financier pour l'ensemble de l'unité économique, déterminé en fonction de la combinaison des flux de trésorerie, et pas seulement à partir de la rentabilité des seules activités productives. C'est ainsi que des exploitations paysannes s'endettent à des taux usuraires pour assurer l'achat de semences ou d'aliments en période de soudure, quel que soit le taux d'intérêt du crédit institutionnel.

Face à ces contradictions, de nouvelles approches se développent en matière de financement rural afin de répondre à la diversité des besoins de financement des agents économiques ruraux, exclus des circuits bancaires (L'Hériteau, 1992). Il s'agit du secteur "intermédiaire" entre les structures bancaires et les circuits informels (Gentil et Fournier, 1993), constitué par les coopératives d'épargne et de crédit, les caisses villageoises, le crédit solidaire... Issu d'une interaction entre innovation locale et appropriation de références externes — mutualisme, "modèle" Grameen bank du Bangladesh — (Gentil, 1993), le développement des systèmes financiers décentralisés repose sur une meilleure prise en compte de la logique des agents locaux, tant du point de vue économique et de leur préférence pour la liquidité, dans un univers souvent marqué par la précarité et les besoins de trésorerie à court terme (Hugon *et al.*, 1992), qu'à travers les relations de proximité sur lesquelles ils se basent afin d'établir des modalités adaptées (garanties basées sur la confiance, la réputation et la solidarité).

Les recherches-système analysant l'impact des systèmes financiers décentralisés

Dans la plupart des systèmes de crédit, le suivi réalisé se limite à des indicateurs quantitatifs sur les montants octroyés, le taux de remboursement et, plus rarement, le nombre de bénéficiaires. En fonction des déclarations au moment de l'octroi des prêts, l'impact économique du crédit est estimé à travers l'augmentation des surfaces cultivées ou des activités financées, mais ne prend pas en compte les dynamiques réelles d'utilisation du crédit, beaucoup plus complexes que les déclarations préalables.

Les systèmes de financement décentralisés doivent être en mesure de suivre l'impact du crédit à différents niveaux et ce pour plusieurs raisons.

- D'une part, il s'avère important dans la conduite des systèmes financiers d'adapter les modalités de crédit (plafond, échéanciers...) en fonction du contexte et de son évolution, mais aussi de prévenir certains effets qui peuvent compromettre à terme leur pérennité. Par exemple, l'analyse de l'évolution de l'endettement des unités économiques rurales, des sources de revenus mobilisées pour le remboursement des prêts et des effets du crédit sur les activités économiques, les revenus et la capitalisation des exploitations peut permettre d'anticiper les situations de surendettement quand le remboursement des crédits entraîne une décapitalisation des unités économiques ou fait appel à de nouveaux emprunts. De la même façon, le suivi des activités financées permet de mettre en évidence des phénomènes de saturation quand l'injection de ressources dans un nombre limité d'activités localisées entraîne une réduction de leur taux de rentabilité en deçà des coûts financiers du crédit. Cette situation se produit notamment pour les activités de petit commerce de détail pour lesquelles le financement entraîne une baisse des prix et la réduction de la vitesse de rotation du capital.
- D'autre part, en relation avec l'extérieur, il est nécessaire que les promoteurs des systèmes financiers puissent confronter l'impact économique du crédit avec les objectifs plus larges qui sont assignés aux politiques agricoles, afin de négocier avec les différents partenaires impliqués les soutiens financiers et l'adaptation du cadre institutionnel et juridique que ces innovations requièrent.

Différentes tentatives, issues de l'adaptation de la méthode des effets, se sont efforcées d'analyser l'impact du crédit en termes de création et de répartition de richesses, mais elles se heurtent à un certain nombre de difficultés spécifiques liées à la nature économique du crédit et aux spécificités des systèmes décentralisés.

Contrairement à un investissement prédéterminé, le crédit, en particulier le crédit "ouvert", constitue une "avance sur revenu" dont l'utilisation peut varier dans le temps et entre les différents types d'usagers, à tel point que les économistes anglo-saxons analysent le caractère "fongible" du crédit dans l'ensemble des flux de trésorerie, c'est-à-dire la difficulté d'affecter directement un emploi aux ressources correspondantes (Von Pischke et Adams, 1980). En outre, l'unité économique rurale constitue une unité de gestion complexe qui rassemble à la fois une ou plusieurs unités de production, de consommation et d'investissement. L'analyse des règles de gestion doit prendre en compte ces différentes unités et leurs opportunités d'utilisation des ressources, et servir de cadre à l'évaluation du crédit qui n'est pas toujours relié à un investissement directement productif.

Les méthodes partant de l'établissement de matrices de comptabilité villageoise afin de réaliser "l'anatomie d'une économie villageoise" et d'en analyser les flux (Colliot et Nguyen, 1992) nécessitent une connaissance préalable approfondie et des enquêtes budgets très lourdes. Elles sont de ce fait difficilement maîtrisables et ne peuvent être reproduites en dehors d'un terrain de chercheurs. Tout le problème consiste en effet à définir des méthodes appropriables par des systèmes décentralisés et dont l'objectif est de s'autofinancer. En Guinée, une approche privilégiant la mise en évidence des effets à partir d'un dispositif d'enquêtes a été privilégiée. Ces enquêtes se basent sur l'analyse des flux monétaires. En effet, malgré le caractère fongible du crédit, les flux laissent des traces, ils traversent l'unité économique, se caractérisent par une date, un montant et une contrepartie que l'on peut repérer dans l'analyse des effets du crédit (Brossier *et al.*, 1984).

Le cas des recherches d'accompagnement du crédit rural en Guinée

Le crédit rural en Guinée

Les opérations du crédit rural en Guinée ont démarré en 1989, avec l'idée de tester l'approche de la Grameen bank du Bangladesh dans un pays où n'existait plus aucun service financier en milieu rural. L'hypothèse de base du programme est de répondre aux demandes solvables exprimées par des opérateurs économiques capables de rentabiliser des crédits de faible montant sans avoir d'épargne préalable ni de garanties bancaires à fournir. Des caisses locales sont installées au niveau des sous-préfectures rurales, comprenant au moins 10 000 habitants dans un rayon de 20 km. Après quelques mois de diagnostic du milieu, des agents salariés démarrent l'octroi de crédit à des groupes de caution mutuelle de cinq membres, chacun étant solidaire des défaillances des autres membres du groupe.

Après cinq années de fonctionnement, 28 caisses ont été créées et le nombre d'emprunteurs s'élève à près de 16 000 personnes, dont 45 % de femmes, pour un encours de 1,2 milliard de FG, en progression rapide (1 $ US = 900 FG). Le crédit octroyé est pour l'essentiel un crédit court terme d'une durée d'un an et dont le montant s'élève progressivement de 150 000 à 250 000 FG. Il existe, suivant les calendriers de revenus des usagers, deux formules d'échéancier possibles : le crédit rural, octroyé toute l'année et remboursable en 11 mensualités constantes, et le crédit agricole, octroyé en début de campagne et remboursable en trois échéances mensuelles étalées au moment des récoltes. Avec l'octroi de crédit est associée une formule d'épargne bloquée, correspondant à 5 ou 10 % des montants empruntés et destinée à assurer l'autonomie financière du réseau. Avec un taux d'intérêt de 36 % l'an, dans un contexte où l'inflation oscille entre 10 et 20 %, et un risque réduit, le taux de remboursement étant de 98 %, le réseau vise à atteindre l'équilibre financier dans un délai rapide.

Un premier dépouillement des fiches des emprunteurs a permis de réaliser une première caractérisation des usagers du crédit (PCAR, 1992). Près de 70 % sont des agriculteurs, dont une partie pratique des activités de petit commerce et d'artisanat en saison sèche, 23 % sont des commerçants à temps plein qui ne déclarent aucune autre activité économique et qui sont surtout des femmes ; le reste correspond à des artisans et des prestataires de services en milieu urbain.

La méthode d'évaluation

La méthode élaborée pour mener des évaluations d'impact dans le cas du crédit rural consiste à réaliser des monographies de caisses locales et des enquêtes auprès des usagers du crédit. L'échantillonnage des usagers a été réalisé de façon aléatoire en fonction de trois critères : le sexe, la répartition géographique (plus ou moins grande proximité de la caisse et du centre urbain) et la répartition des clients en fonction du nombre de prêts obtenus, afin d'analyser les effets cumulatifs du crédit.

Les enquêtes réalisées visent à reconstituer le compte de résultat par activité économique, ainsi que l'évolution du budget familial pour analyser différents aspects. La connaissance des activités économiques se fait par calcul du taux de rentabilité économique (valeur ajoutée sur ensemble des charges), du capital mobilisé et du revenu mensuel (Doligez, 1993). Les modifications liées au crédit sont observées en fonction des variations d'activités économiques avant et après crédit : variations de capital, de stocks, d'emploi et de volumes produits. L'utilisation des revenus est reconstituée à partir des dépenses journalières, ou des dépôts d'épargne. L'ensemble est restitué dans un tableau des flux monétaires et assimilés du système famille-exploitation (Bonneviale *et al.*, 1989). Outre cet impact au niveau de l'unité économique, l'évaluation analyse les effets démultiplicateurs du petit crédit au plan "méso-économique", c'est-à-dire repère ses effets sur le coût de la main-d'œuvre et le marché des produits (volumes commercialisés, prix...).

Six caisses locales ont été analysées, mais les résultats les plus significatifs ont été obtenus par la comparaison de deux caisses, l'une rurale en moyenne Guinée et l'autre périurbaine en Guinée maritime, à travers la réalisation de plus de

300 enquêtes, soit environ 20 % des usagers des deux caisses (Sianni, 1993).

Les principaux résultats

- L'enquête a d'abord permis de mieux connaître les activités financées et leurs résultats économiques, ce qui est fondamental pour le crédit rural. En général, les activités de petit commerce, qui représentent près de 65 % des montants du crédit rural, correspondent au commerce de détail d'une grande variété de produits locaux et importés (commerce du riz, épicerie...). Le capital mobilisé pour cette activité varie entre 50 000 et 200 000 FG et roule avec un cycle inférieur à un mois. Le taux de rentabilité varie autour de 10 à 30 %. Près de 28 % des montants de crédit sont destinés au financement de l'agriculture, riz, arachide, manioc ou maraîchage, en particulier l'achat d'engrais, de main-d'œuvre et de semences. Enfin, l'artisanat représente environ 7 % des montants du crédit et couvre des activités très diverses (teinture, gargotes, extraction de sel, fabrication de savons ou de galettes...), essentiellement pour l'achat de matières premières et d'outils.
- Ensuite, différents effets directs liés à l'utilisation du crédit ont pu être mis en évidence. Au plan des activités commerciales, le crédit rural permet tout d'abord aux usagers de se rendre indépendants des crédits fournisseurs, pour lesquels les coûts sont parfois très élevés (près de 100 % d'intérêt ; Sianni, 1993). Dans un second temps, le renouvellement du crédit facilite la diversification des activités commerciales et le passage de l'activité de détaillant au commerce de gros ou spéculatif, avec la constitution de stocks. Enfin, au bout de plusieurs prêts (trois au moment de l'enquête), l'effet principal réside dans l'augmentation du capital commercial (en moyenne 142 %). Pour l'agriculture, les crédits permettent à la fois d'augmenter les surfaces et les rendements, en particulier pour la culture de riz. Une des conséquences est aussi de permettre une évolution de l'assolement en provoquant le remplacement des cultures de faible rapport (fonio, manioc...) par la riziculture. Pour l'artisanat, l'accès au crédit permet essentiellement de créer des emplois et d'augmenter la production globale grâce à l'achat de matières premières et au déblocage des activités souvent interrompues par l'immobilisation du capital de l'artisan dans l'écoulement de sa production à crédit.
- Quant à l'impact sur les budgets familiaux, un crédit d'un montant net de 140 000 FG utilisé dans un commerce de détaillant (avec un taux de rentabilité de 14 % et un cycle de deux semaines) génère un revenu de plus de 200 000 FG sur un an, dans l'hypothèse faible où les remboursements mensuels sont déduits du fonds de roulement, mais où les bénéfices ne sont pas réinvestis dans l'activité (Sianni, 1993). Ce montant est important comparé au revenu annuel moyen des usagers, de l'ordre de 500 000 à 600 000 FG. Dans un premier temps, l'augmentation de revenus qui n'est pas réinvestie est utilisée dans l'amélioration de la consommation courante (alimentation, charges familiales, dépenses sociales et soins médicaux) et de l'habillement, mais près de 30 % des usagers en destinent une partie à l'investissement dans l'habitat (construction, achat de terrain...). Enfin, et surtout en milieu rural où les opportunités d'investissement dans le petit commerce sont plus réduites, une partie est destinée à la constitution d'une épargne cyclique permettant de réduire les problèmes d'approvisionnement au moment de la soudure. La classification des usagers en fonction du taux de capitalisation, c'est-à-dire du rapport entre l'augmentation du capital net de remboursement et le montant total des prêts reçus, permet d'analyser la constitution d'un capital propre à partir du crédit et donc d'évaluer le rôle du crédit dans l'accumulation des unités économiques. Les enquêtes de Laure Sianni indiquent que 46 % des usagers ont un taux de capitalisation inférieur à 30 %, mais près de 30 % atteignent un taux supérieur à 60 %. La différenciation peut être due aux niveaux de revenu et de capital initial (plus ils sont élevés, plus l'injection de bénéfices dans l'activité est importante), aux différences d'activité (la capitalisation est plus rapide dans les activités commerciales où la rotation du capital est rapide), de charges familiales (capitalisation moindre dans le cas de familles nombreuses, de dépenses sociales importantes ou dans le cas des femmes qui soutiennent les activités économiques de leur mari), de propension à épargner (qui limite la capitalisation dans les zones rurales où les problèmes de soudure sont plus importants) ou enfin à divers accidents dans la formation du revenu.
- L'impact sur l'économie locale découle de ces différents effets sur les unités économiques, mais il est difficile de l'évaluer précisément, compte tenu du volume encore relativement limité du crédit rural. Néanmoins, il est possible d'en démonter les mécanismes à partir de l'analyse qui précède. Le financement des activités commerciales permet l'amélioration de l'écoulement des produits locaux, représentant jusqu'à 40 % des objets du crédit destiné au petit commerce. De même, l'amélioration de l'approvisionnement des marchés et de l'augmentation de la concurrence induit une certaine stabilisation des prix. L'augmentation de la production agricole, en particulier du fait de l'augmentation des surfaces cultivées, est importante et il semble que les problèmes de soudure s'amenuisent du fait de l'augmentation des revenus et de l'épargne associée. Par contre, les effets sur l'emploi sont assez réduits, excepté pour l'agriculture où la quasi-totalité des usagers destinent une partie de leur crédit à l'achat de la main-d'œuvre nécessaire à l'augmentation des surfaces. Le secteur de la construction, stimulé par l'augmentation des revenus, a peut-être aussi un effet non négligeable sur l'emploi. En ce qui concerne les rapports sociaux, il semble que, dans le cas de la zone périurbaine où de nombreuses femmes bénéficient de l'accès au crédit pour des activités de petit commerce et de transformation, l'augmentation des revenus permet de soustraire les femmes de la dépendance économique du mari et leur donne accès à de nouvelles activités.

En conclusion, si la méthode présentée répond aux objectifs assignés à l'étude de l'impact du crédit, un certain nombre de points restent à approfondir pour en évaluer l'adaptation aux systèmes financiers décentralisés. Pour permettre d'en utiliser les résultats en vue de l'adaptation des produits financiers, de la politique de développement

des caisses ou, de façon plus large, de la réflexion sur les politiques de financement rural, il convient, dans le cas de systèmes mutualistes ou largement basés sur la participation des usagers dans l'élaboration et la gestion de ces systèmes, de s'interroger sur les moyens de restituer ces informations au niveau des sociétaires et de leurs élus. Afin d'améliorer la conduite des systèmes financiers, la formation des salariés sur les méthodes et les résultats de ces recherches est un enjeu important. C'est aussi un moyen de les intégrer dans le fonctionnement interne de ces systèmes. L'option prise en Guinée de réaliser des monographies de caisses à partir de cette approche simplifiée dans le cadre de la formation des salariés est à la fois un moyen de poursuivre ces recherches tout en améliorant leur efficacité interne grâce à la meilleure préparation de leurs agents. Les études d'impact n'apparaissent alors plus comme une charge du réseau mais comme un investissement lié à la formation et piloté par la structure centrale du réseau, fédérative ou non, qui chapeaute les caisses locales. C'est enfin à partir de la réalisation, à ce niveau, de synthèses périodiques sur les résultats de ces recherches que l'on peut envisager de disposer à terme des différents éléments de diagnostic nécessaires à l'élaboration d'une politique nationale de financement rural.

Références bibliographiques

Bonneviale J.R., Jussiau R., Marshall E., 1989. *Approche globale de l'exploitation agricole.* Dijon, France, INRAP, 329 p.

Breton P., 1989. *Les banques agricoles en Afrique de l'Ouest, étude comparative.* Paris, France, Caisse centrale de coopération économique, 54 p.

Brossier J., Chia E., Marshall E., 1984. Les agriculteurs et leurs pratiques de trésorerie. Economie rurale, 161 : 46-49.

Colliot E., Nguyen T., 1992. *Contribution à une approche méthodologique d'évaluation des effets économiques d'un projet de crédit rural, cas du petit crédit rural au Burkina Faso.* Mémoire ESAT-CNEARC, Montpellier, France, 59 p.

Doligez F., 1993. *Evaluation des effets économiques du crédit rural.* Paris, France, IRAM, 73 p.

Dufumier M., 1986. *Les politiques agraires.* Paris, France, Presses universitaires de France, 126 p.

Dumont R., 1965. *Développement agricole africain.* Paris, France, Presses universitaires de France, 120 p,

Gentil D., 1993. *Projet Sanduk, crédit rural et micro-entreprises urbaines aux Comores.* Paris, France, IRAM-GRET, 31 p.

Gentil D., Fournier Y., 1993. *Les paysans peuvent-ils devenir banquiers ? Epargne et crédit en Afrique.* Paris, France, Syros, 269 p.

Hugon P., 1990. L'impact des politiques d'ajustement sur les circuits financiers informels africains. Tiers Monde, 31 (122) : 325-349.

Hugon P., Pourcet G., Quiers-Valette S., 1992. *Instabilité, incertitude et efficience des organisations africaines : propos d'étape.* Nanterre, France, CERED/LAREA, 11 p.

L'Hériteau M.F., 1992. Bilan et perspectives du crédit rural en Afrique. *In :* Séminaire AFRACA, Harare, Zimbabwe, 94 p.

Projet Crédit agricole et rural (PCAR), 1992. *Enquêtes sur les sociétaires du crédit rural.* Conakry, Guinée, PCAR, 154 p.

Sianni L., 1993. *Evaluation des effets économiques du crédit rural.* Paris, France, IRAM, 66 p.

Von Pischke J.D., Adams W.D., 1980. Fungibility and the design and evaluation of agricultural credit projects. American Journal of Agricultural Economics, 62 (4) : 719-726.

Modélisation macro-économique et micro-économique

Une tentative pour mieux intégrer les stratégies des producteurs dans l'élaboration des politiques agricoles

Damais Gilles

Institut de recherches et d'applications des méthodes de développement (IRAM), 49, rue de la Glacière, 75013 Paris, France

Résumé

Dans le cadre de ses activités en Afrique de l'Ouest, l'Institut de recherches et d'applications des méthodes de développement (IRAM), en collaboration avec l'Institut national de la statistique et des études économiques (INSEE), l'Institut national de la recherche agronomique (INRA) et une équipe d'économistes africains, a été amené à développer des modèles didactiques de simulation de politiques agricoles qui tentent d'apporter une réponse au problème de l'articulation entre le macro-économique et le micro-économique. Ecrits sur tableur de manière à en garantir une certaine accessibilité à des non-spécialistes, ces outils comportent, d'une part, un module macro-économique qui représente à travers le système de la comptabilité nationale l'ensemble de l'économie du pays et, d'autre part, un module sectoriel agricole qui détaille la production, la transformation et la commercialisation des principaux produits agricoles. Déjà pleinement mise en œuvre à travers une description matricielle de l'économie nationale, l'approche système est également mobilisée pour tenter de mieux décrire la production agricole au niveau des exploitations, et de mieux prendre en compte les stratégies des producteurs. Lieu de dialogue entre macro-économiste et agro-économiste, la modélisation de systèmes de production s'avère être un moyen de développer la réflexion sur l'articulation micro et macro ; des solutions très opérationnelles pouvant être mises en œuvre dans des systèmes d'aide à la décision restent cependant à identifier.

Mots clés

Macro-économie, modélisation, politique agricole, système de production, formation, Mali.

Abstract

Macro- and Microeconomic Modeling: An Attempt to Integrate Better Farming Strategies in the Formulation of Agricultural Policies

Models for the simulation of agricultural policies have been developed by the Institut de recherches et d'application des méthodes de développement (IRAM, France) in partnership with the Institut national de la statistique et des études économiques (INSEE, France), the Institut national de la recherche agronomique (INRA, France), and a team of economists in Africa. These tools provide some solutions to the problem of linkage between macro- and microeconomic analyses. They consist of two modules: (a) a macroeconomic module based on the national accounts, and (b) a sectorial model that provides accurate descriptions of the production, processing, and trading of agricultural products. The macroeconomic model makes full use of the systems approach in its assessment of the national economy, while the same approach is being used in attempts to describe better production at farm level and to integrate better farmer strategies. Farming systems modeling appears to be an excellent means of generating debate concerning the macro—micro link; however, operational solutions that could be used in decision making tools remain to be identified.

Introduction

Des modèles macro-économiques sont aujourd'hui fréquemment mis au point pour des pays en développement. Au-delà d'un certain effet de mode, cette tendance correspond souvent à de véritables besoins. Les gouvernements sont forcés de prendre des mesures d'ajustement radicales pour tenter de compenser des déséquilibres prononcés de la balance des paiements et du budget de l'Etat. Disposer d'un modèle leur permet d'en estimer les conséquences immédiates et de réaliser des comparaisons avec les évaluations du Fonds monétaire international qui travaille avec ses propres outils.

Or la place du secteur agricole reste primordiale dans la majorité des pays en développement. Il est difficile d'étudier la mise en place d'une stratégie pour ce secteur sans

prendre en compte les effets induits par celle-ci sur le reste de l'économie, en particulier sur les coûts, les salaires, les prix relatifs, le solde extérieur. Il devient donc nécessaire d'adapter les instruments de prévision à ce constat, c'est-à-dire de concevoir des modèles rapprochant le point de vue des économistes sectoriels, spécialistes de l'agriculture, avec celui des macro-économistes (Damais et Olive, 1994).

Les spécialistes du secteur agricole disposent aujourd'hui de nombreux travaux réalisés par des praticiens et chercheurs provenant de divers horizons (agronomes, sociologues, anthropologues, économistes...) ; ceux-ci ont débouché sur des méthodes permettant de décrire et de comprendre le fonctionnement d'exploitations agricoles, en dépassant le cadre de l'analyse micro-économique classique par la prise en compte des interactions entre les contraintes agronomiques et les contraintes économiques qui s'exercent sur une exploitation, et par la prise en compte des stratégies des producteurs.

Mais le dialogue avec les macro-économistes, bien que fertile, n'en reste pas moins difficile. La différence d'échelle entre la micro-économie, qui analyse le fonctionnement d'unités de décision (individu, exploitation agricole, entreprise), et la macro-économie, qui s'intéresse au comportement de grands agrégats résultant des interactions entre ces unités de décision, impose aux praticiens de l'une et de l'autre des contraintes contradictoires. La fécondité du dialogue entre les deux passe par la recherche d'un compromis entre simplification et prise en compte de la complexité.

Dans le cadre de ses activités en Amérique centrale (pour le compte de la Commission des Communautés européennes) et en Afrique de l'Ouest (pour le compte du ministère de la Coopération), l'Institut de recherches et d'applications des méthodes de développement (IRAM), en collaboration avec l'Institut national de la statistique et des études économiques (INSEE), l'Institut national de la recherche agronomique (INRA) et des équipes d'économistes africains, a été amené à développer des modèles de simulation à moyen terme de politiques agricoles qui tentent d'apporter une réponse à ce problème de l'articulation entre le macro-économique et le micro-économique.

Un premier modèle appelé "SIRPAO" (Simulations régionales de politiques agricoles en Afrique de l'Ouest) a été élaboré pour le Mali. Il s'agit d'un modèle macro-économique simple, articulé avec un modèle sectoriel agricole représentant de manière très détaillée l'économie de ce secteur clé pour le pays. Une construction similaire a été réalisée pour la Guinée. Ces deux modèles vont ensuite être intégrés dans un outil régional, qui permettra de simuler l'impact de politiques agricoles d'un pays à l'autre (Coste *et al.*, 1993 a).

Elaborés sur tableur de manière à en garantir une certaine accessibilité à des non-spécialistes, ces modèles didactiques comportent deux parties :

- un module macro-économique, basé sur le tableau entrées-sorties du pays concerné, et qui représente par un système la nécessaire cohérence d'une économie nationale lue à travers la grille de la comptabilité nationale ;
- un module sectoriel agricole, qui représente la production, la transformation et la commercialisation des principaux produits agricoles.

Une approche système est ainsi proposée à deux niveaux. Déjà pleinement mise en œuvre à travers la description comptable de l'économie nationale, on a également recours à l'approche système pour tenter de mieux décrire la production agricole au niveau des exploitations, et de mieux représenter les grandes lois de son évolution sur le moyen terme dans un contexte donné.

Parce qu'elle intervient alors que l'étude SIRPAO n'est pas arrivée à son terme, la présente communication constitue une note d'étape ; on s'attachera ici à mettre en lumière les acquis actuels d'une telle démarche en termes de "dialogue micro-macro", ainsi que les limites rencontrées dans ce difficile exercice, notamment lorsque l'on tente de modéliser la dynamique des systèmes de production retenus.

Les caractéristiques générales du modèle de simulation proposé

Des réponses aux contraintes spécifiques des pays en développement

L'un des obstacles majeurs rencontrés dans l'exercice de modélisation d'une économie d'un pays en développement est celui de l'information statistique disponible. Les informations dont on peut disposer sont en général parcellaires ou peu fiables ; les séries longues sont souvent incomplètes ou non homogènes, ce qui rend difficile toute approche économétrique de la modélisation des comportements des différents agents de l'économie. Quand des recoupements entre sources différentes sont possibles, il n'est pas rare dans certains pays de mettre en évidence des écarts si importants qu'un exercice de modélisation sur une telle base paraît a priori vain.

Pour faire face à cette difficulté, on a adopté la démarche suivante.

Un cadre comptable rigoureux et détaillé pour le modèle macro-économique

Faute de pouvoir s'appuyer sur une estimation économétrique sérieuse des relations de comportement, il doit donner d'autant plus d'importance aux relations comptables pour former le squelette de la formalisation.

Les modèles quasi comptables ont été conçus en fonction de ces considérations, pour projeter l'économie de pays ne disposant que de séries courtes, voire d'une seule année de comptabilité nationale (Olive, 1993). Ils proposent de respecter le cadre comptable cohérent des comptes, dans le degré de détail adapté aux données statistiques disponibles. Cet outil est connu sous le nom générique de "Tablo" que lui ont donné des techniciens de la Caisse française de développement.

Une structure logique détaillée pour le modèle agricole

L'objectif est de valoriser au mieux et dans la cohérence les statistiques disponibles.

Le pays est divisé en régions homogènes du point de vue de la problématique agro-économique (Coste *et al.*, 1993 b). Chacune de ces régions est identifiée par un ensemble de caractéristiques écologiques, économiques et historiques. La production agricole y est représentée par un ensemble

de systèmes de production, chacun se caractérisant par une combinaison donnée d'activités, résultant d'un ensemble de moyens mis en œuvre (surfaces, outils, techniques) (Dufumier, 1985). La production nationale est alors considérée comme la somme des productions de chacun des systèmes considérés dans les différentes régions retenues.

Cette structuration détaillée permet de réduire la diversité du secteur agricole et facilite la réalisation de meilleures approximations "à dires d'expert" et à partir des monographies ou études thématiques existantes, lorsque l'information statistique fait défaut. Plus la diversité est réduite, plus le risque d'erreur sur l'estimation réalisée est diminué.

La structure générale du modèle

Ecrit sur tableur, ce modèle de moyen terme est constitué de cinq modules articulés entre eux selon le schéma indiqué en figure 1.

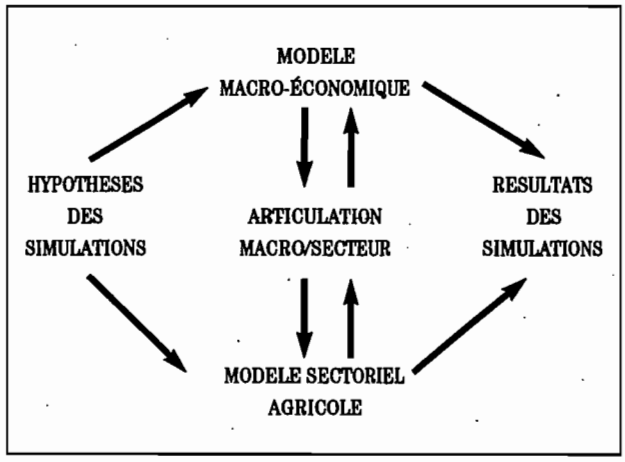


Figure 1. *Structure d'ensemble du modèle.*

Ces différents modules articulés sont utilisés pour réaliser des projections à cinq ans de l'économie nationale. La comparaison des résultats de ces projections avec une projection de référence appelée compte central constitue une simulation.

Il est important de bien saisir le type d'information que donne le modèle. La projection centrale, portant sur plusieurs années, subit toutes les incertitudes que l'on imagine sur l'avenir du pays concerné. Par contre, les écarts entre ce compte central et les variantes de mesures dépendent assez peu du compte central lui-même. Ce sont ces écarts que l'on interprétera, et non les projections proprement dites.

Le contenu détaillé du modèle élaboré pour le Mali

Le modèle macro-économique

Il se compose d'un modèle de type Tablo traditionnel (Olive, 1993), mis en relation avec le modèle agricole. Il repose sur le principe de l'équilibre emplois-ressources du tableau entrées-sorties (TES) de la comptabilité nationale. Un TES est une matrice représentant les nécessaires relations entre les produits d'une économie (du riz, des meubles, des services...) et les branches de cette même économie qui sont à l'origine de ces produits (l'agriculture, l'artisanat, le commerce...). L'état de l'économie une année déterminée est décrit par cet ensemble de branches plus ou moins agrégées (quatre branches dans le cas du Mali). Ces branches achètent des consommations intermédiaires et, en fournissant une production déterminée, elles créent de la valeur ajoutée. Ces différentes grandeurs sont représentées en colonne dans le TES, et on a l'égalité suivante :

production – consommations intermédiaires = valeur ajoutée de la branche.

La production de chacune des branches (de même que les importations du produit concerné) va dans le même temps être utilisée par différents agents de l'économie. Une partie va être achetée par d'autres branches en tant que consommations intermédiaires ; le reste sera consommé par les ménages (et les administrations), par les entreprises (investissements) ou par l'extérieur (exportations). Ces différentes grandeurs sont représentées en ligne dans le TES, et on a l'égalité suivante :

PIB + importations = consommation des ménages + investissements + exportations + variations de stocks.

Cette équation est nécessairement vérifiée, à la fois en volume et en valeur. Dans le cas des branches d'offre (cas de l'agriculture et du secteur primaire en général), l'équilibre comptable emplois = ressources est obtenu par solde sur le commerce extérieur : si la production augmente, la consommation ou les exportations augmenteront également ; inversement, si la consommation augmente, les importations devront augmenter afin de satisfaire la demande supplémentaire, à moins que les autres utilisations finales du produit ne diminuent. Dans le cas des branches de demande (en règle générale, les branches industrielles dont l'appareil de production n'est pas saturé), l'équilibre s'obtient par ajustement keynésien de la production à la demande finale (Olive, 1993).

Par ailleurs, branches et produits sont liés par les revenus des ménages et des entreprises : une fois répartie, la valeur ajoutée issue de la production des différentes branches (lecture en colonne) est utilisée pour acheter les produits de ces mêmes branches, soit au titre de la consommation, soit au titre de l'investissement (lecture en ligne).

Cette représentation matricielle de l'économie permet donc de mettre en relation un ensemble de produits avec un ensemble de branches. Avec quelques hypothèses simples sur les comportements des différents agents (coefficients techniques des différentes branches, propension des ménages à consommer, propension des entreprises à investir), on est ainsi en mesure de prévoir les modifications induites sur une branche "A" par un changement dans la production du produit "B", donc sur la branche "B" elle-même, ce qui pourra alors modifier en retour l'équilibre du produit "A", et ainsi de suite. Il s'agit alors de recalculer par itérations successives une nouvelle situation d'équilibre de l'ensemble des branches et des produits, c'est-à-dire une situation telle que les deux équations précédentes soient simultanément vérifiées pour toutes les branches et tous les produits. Il s'agit donc bien d'une représentation systémique de l'économie nationale, dans laquelle l'accent est mis sur les interactions

entre les différentes branches et les différents agents de l'économie. La branche "agriculture" est quant à elle traitée de manière très détaillée dans le modèle sectoriel agricole.

L'articulation entre modèle macro-économique et modèle agricole

Pour fonctionner correctement, le modèle macro-économique doit recevoir du modèle agricole l'ensemble des informations nécessaires à la reconstitution de l'équilibre global du système après projection : niveau de la production, importations, marges commerciales, droits de douanes sur importations, détail de la consommation des ménages en produits agricoles, indices de prix des produits agricoles et ventilation de la valeur ajoutée de la branche. En retour, des informations proviennent du modèle macro-économique et alimentent le modèle agricole : prix des produits non agricoles et volume des consommations intermédiaires agricoles des branches non agricoles.

Une fois transmises au modèle macro-économique, les informations générées par le modèle agricole entrent alors dans le recalcul de l'équilibre global des biens et services et dans celui des comptes par agents. Compte tenu de la structure de demande des autres branches de l'économie, le recalcul des revenus qui résulte de l'incorporation des données issues du modèle agricole induit une modification de la production des autres branches, donc de la demande en consommations intermédiaires, dont celle en produits agricoles. Cette nouvelle demande en consommations intermédiaires agricoles va à son tour transiter vers le modèle agricole, où elle modifiera l'équilibre en ligne des produits agricoles qui est soldé sur les exportations. Ce nouvel équilibre agricole ira alors modifier à son tour la balance commerciale globale calculée dans le modèle macro-économique.

Dans la formulation actuelle du modèle, les interactions s'arrêtent à ce niveau. Il n'y a pas de véritable boucle de rétroaction : la production agricole étant modélisée en tant que branche d'offre, la production, donc les revenus tirés de l'agriculture, dépend finalement peu du reste de l'économie, qui n'influe que sur le niveau des exportations agricoles. Parce qu'elle permettrait de modéliser la relation : production agricole → revenus → demande → prix → production agricole, une endogénéisation des prix agricoles et de la consommation alimentaire renforcerait la représentation des interactions entre agriculture et reste de l'économie. Une telle approche pourra être développée dans une version future du modèle.

La modélisation sectorielle agricole

La modélisation de l'agriculture doit donc permettre de fournir au modèle macro-économique l'équilibre emplois-ressources des produits de l'agriculture, les indices de prix des produits agricoles et la ventilation de la valeur ajoutée de la branche.

Cette modélisation est réalisée en deux étapes distinctes. Il s'agit en premier lieu de décrire la situation de départ ; dans un second temps, il s'agit de proposer et de formaliser des mécanismes représentant l'évolution de la production et des utilisations des produits agricoles en fonction de l'évolution du contexte économique.

Pour simplifier la mise en œuvre de cette démarche, l'agriculture fait l'objet d'un traitement désagrégé par produit et par région.

Description de l'année de base

Dans le cas du Mali, on raisonne sur sept produits jugés les plus importants dans l'économie nationale : le riz, le maïs, le mil-sorgho, l'arachide, le coton, les bovins et les ovins-caprins. Ces sept produits sont à leur tour agrégés en cinq branches afin de retrouver une correspondance exacte avec l'analyse macro-économique basée sur les sous-branches considérées par la comptabilité nationale : la branche consolidée du riz, les autres activités vivrières (maïs, mil-sorgho, autres produits vivriers), la branche consolidée du coton, les autres activités de l'agriculture industrielle (arachide, autres produits de l'agriculture industrielle), l'élevage et la pêche (bovins, ovins-caprins, autres produits de l'élevage et de la pêche) (Damais *et al.*, 1993b). Ces sept produits et ces cinq branches sont en outre considérés séparément dans chacune des quatre régions de planification du Mali : Mali Ouest (région à dominante céréales et arachide), Mali Sud (céréales et coton), Mali Centre (riz) et Mali Nord (céréales et élevage).

Une typologie d'exploitations représentatives a ensuite été élaborée par les chercheurs de l'Institut d'économie rurale de Bamako (Témé, 1993). Encore provisoire, cette typologie propose 24 types d'exploitations (tableau I).

Tableau I. Les différents types de systèmes proposés (nombre d'exploitations estimé par type).

Type d'exploitation	Ouest	Sud	Centre	Nord
Riz-céréales-élevage/Type A	30 310		66 000	9 200
Riz-céréales-élevage/Type B	7 800		22 000	18 400
Arachide-céréales-élevage/Type A				
Arachide-céréales-élevage/Type B	22 700	26 300	66 000	
Coton-céréales-élevage/Type A		70 200		
Coton-céréales-élevage/Type B		8 780		
Riz-céréales-tubercules-élevage/Type A		35 000		
Riz-céréales-tubercules-élevage/Type B		8 780		
Céréales seules/Type A		8 780		
Céréales seules/Type B		8 780		
Céréales-élevage/Type A			22 000	4 000
Céréales-élevage/Type B			22 000	18 400
Elevage seul/Type A				4 600
Elevage seul/Type B				36 800

Exploitations de type A : exploitations structurellement excédentaires, avec un taux d'actif par ménage supérieur à 50 % et avec accès à un revenu monétaire régulier.

Exploitations de type B : exploitations structurellement déficitaires, avec peu d'actifs par ménage, peu de terre disponible par actif et pas de revenu monétaire régulier.

La production agricole nationale des différents produits retenus apparaît ainsi comme le résultat de l'agrégation des contributions de chacune des 24 exploitations-types proposées, pondérées par leur poids relatif dans le spectre des exploitations maliennes.

Des données sur les coûts de production dans chacune de ces exploitations-types permettent d'obtenir des estimations de la valeur ajoutée produite par l'agriculture.

Enfin, une représentation des filières par produit permet de spécifier, dans chacune des régions considérées, les prix à la production et les prix à la consommation des différents produits analysés. Pour un produit donné, ces deux prix sont liés, région par région, par une relation prenant en compte les coûts de transport, les frais de transformation et les marges de commercialisation. Ces différents coefficients de coûts permettant de passer d'un prix à la production à un prix à la consommation sont ensuite repris dans l'analyse macro-économique ; multipliés par les volumes concernés, ils donnent le montant des consommations intermédiaires de la branche agricole consolidée ; ce sont donc aussi les coefficients techniques de la colonne "agriculture" du tableau entrées-sorties de la comptabilité nationale.

Formalisation des mécanismes d'évolution de la production et des prix : une approche simplifiée

Une fois connus avec un certain niveau de détail la production, les coûts et les prix de l'année de départ, il s'agit d'en modéliser les évolutions. L'un des objectifs de l'étude "SIRPAO" est de développer et mettre en œuvre une modélisation des systèmes-types retenus pour décrire l'agriculture ; à l'heure où nous rédigeons cette communication, cette phase de l'étude est encore en cours. Pour l'instant, seule une approche simplifiée a été mise en œuvre, dans un souci d'opérationnalité à court terme de l'ensemble du travail réalisé.

On raisonne non pas par système d'exploitation, mais par produit, en considérant plusieurs "systèmes techniques" pour certains produits : riz irrigué et riz pluvial, céréales sèches après coton et céréales sèches après jachère, élevage transhumant et élevage nomade.

Dans chacune des régions, on modélise l'évolution de la production et de la consommation d'intrants pour chacun des systèmes techniques retenus en écrivant des fonctions d'offre par produit, qui, le facteur "travail" n'étant notamment pas modélisé, ne sont pas de véritables fonctions de production (on trouvera le détail des fonctions d'offre proposées dans Coste *et al.*, 1993 c).

Le niveau de production d'une culture est supposé dépendre, pour un système technique donné, des variables suivantes :

- le rendement potentiel de la culture dans la région considérée (fonction du climat et des investissements hydrauliques) ;
- les surfaces cultivables ;
- les prix du produit et les coûts des intrants : les producteurs répondent avec une certaine élasticité-prix à une variation relative des prix ;
- le degré de sécurisation de la production et de la commercialisation, caractérisé par la variabilité des rendements et des prix ; plus la sécurisation du producteur est importante, plus les élasticités de l'offre sont élevées, et vice versa.

Un raisonnement analogue est proposé pour le traitement de l'élevage.

Compte tenu des limites de l'appareil statistique, il est pratiquement impossible de calculer les différents coefficients d'élasticité proposés. Mais, parce que la production totale est décrite de manière suffisamment désagrégée, il est possible d'en proposer des estimations. Cette estimation, qui peut se réaliser lors de discussions entre agro-économistes et agronomes, constitue en soi un véritable processus de formation des agronomes et des économistes aux contraintes spécifiques de leurs disciplines respectives. Une utilisation répétée du modèle et des aller-retour nombreux entre des observations de terrain et les résultats des simulations permettent sur le moyen terme d'affiner les estimations réalisées.

Les limites d'une approche par produit et le nécessaire développement d'une approche système plus complexe

Si une telle approche présente l'avantage de déboucher sur des outils simples et rapidement utilisables, elle n'est guère satisfaisante dans la mesure où elle ne permet de rendre compte que faiblement des interactions entre activités dans les exploitations, et, surtout, dans la mesure où les stratégies des agriculteurs sont fortement éludées par une lecture qui privilégie les produits par rapport aux producteurs, pratiquement absents dans une telle modélisation.

Or pour être tout à fait opérationnels dans l'aide à la décision en matière de politiques agricoles, les modèles doivent à notre avis être en mesure, d'une part, de prendre en compte les stratégies des producteurs, et, d'autre part, de mesurer les impacts des politiques mises en œuvre sur les exploitations. La modélisation des systèmes-types retenus pour décrire l'agriculture apparaît alors comme une voie possible, et c'est sur quoi nous travaillons actuellement.

Cette modélisation doit répondre à deux types de questions :

- quels sont les changements qui interviennent au sein d'une exploitation-type lorsque l'environnement économique est modifié, c'est-à-dire quelles sont les adaptations les plus probablement mises en œuvre par les producteurs du type considéré en termes de choix d'assolement, d'intensification et de commercialisation des récoltes ?
- quelles sont les modifications survenant à moyen terme dans la répartition des exploitations d'un pays entre les différents types de systèmes représentatifs proposés, c'est-à-dire comment évolue à moyen terme la pondération des différents systèmes-types et quels sont les passages probables d'un type de système à l'autre ?

La programmation linéaire nous paraît être une voie à privilégier, surtout pour la première série de questions posées, et notamment la programmation linéaire à objectifs multiples sur laquelle des chercheurs ont récemment travaillé à l'INRA (Boulier, 1990).

En ce qui concerne les évolutions à moyen terme, la programmation dynamique pourrait permettre d'introduire dans le modèle lui-même ces changements structurels de l'agriculture d'un pays, qui sont tout à fait déterminants lorsqu'on s'interroge sur l'impact des politiques agricoles.

Conclusion : utilisations du modèle SIRPAO et développements

Bien que basé sur une représentation encore sommaire de l'agriculture puisque l'approche système n'a pas encore été

menée à son terme, le modèle SIRPAO apparaît finalement, dans sa configuration actuelle, comme un compromis intéressant entre complexité de l'outil et opérationnalité.

L'utilisation didactique d'un tel modèle comporte trois phases complémentaires :

- en premier lieu, il s'agit de définir les stratégies de politique économique qui paraissent a priori les plus intéressantes dans le contexte du pays étudié ; ces stratégies sont ensuite traduites en scénarios concrets ou variantes (Coussy et Hibou, 1991), comportant le détail des mesures proposées ;
- dans une deuxième étape, la réalisation de simulations successives permet d'affiner les propositions initiales, sur la base d'un processus itératif entre formulation des politiques et simulation de leur application ;
- enfin, une ou plusieurs variantes sont en quelque sorte "décortiquées", dans le but de comprendre les mécanismes en jeu qui ont abouti au résultat donné par le modèle.

Ce dernier exercice est tout à fait fondamental, car il permet de mieux relativiser les conclusions de la simulation, en ouvrant la "boîte noire" que constitue tout modèle informatisé, même s'il est écrit sur tableur. Cette critique de l'outil est indispensable pour en garantir une utilisation intelligente. Les limites de la modélisation dans les pays en développement, notamment les contraintes portant sur les données statistiques, confèrent en effet aux modèles de ce type une capacité prédictive somme toute limitée ; mais c'est parce que, malgré les contraintes, de tels modèles sont écrits qu'il devient possible de mieux cerner les limites de nos connaissances des économies étudiées, donc de préciser les conditions nécessaires à la réalisation de modèles plus proches de la réalité. Parce qu'elle cherche à mieux représenter les stratégies des producteurs et les interactions entre activités au sein d'une exploitation, la modélisation de systèmes de production types apparaît en ce sens comme une voie à approfondir.

Par ailleurs, dans la mesure où l'écriture d'un modèle devient rapidement le support fécond d'un dialogue entre macro-économiste et agro-économiste sur ce qu'il faut retenir de la complexité d'une exploitation agricole pour que la représentation macro-économique de la réalité soit pertinente tout en restant opérationnelle, l'élaboration d'un modèle comme SIRPAO s'inscrit dans une démarche de recherche qui veut contribuer à mieux articuler micro-économie et macro-économie. Et lorsque les liens entre micro et macro seront correctement traités en économie du développement, on peut penser que les recherches accumulées depuis plusieurs années en matière de systèmes de production notamment pourront alors être pleinement valorisées dans le cadre de l'aide à la décision en matière de politiques agricoles.

Références bibliographiques

Boulier, 1990. *Processus de décision et choix d'une méthode d'optimisation à objectifs multiples.* Montpellier, France, INRA-LECSA.

Coste, Damais G., Egg J., 1993 a. *Simulations régionales de politiques agricoles en Afrique de l'Ouest (SIRPAO) : note de présentation générale.* Paris, France, IRAM, 8 p.

Coste, Damais G., Egg J., 1993 b. *Elaboration d'un modèle de simulation pour le Mali : note d'étape n° 1.* Paris, France, IRAM, 32 p.

Coste, Damais G., Egg J., 1993 c. *Elaboration d'un modèle de simulation pour le Mali : note d'étape n° 2.* Paris, France, IRAM, 48 p.

Coussy J., Hibou B., 1991. *Variantes de politiques nationales des échanges extérieurs et marchés céréaliers en Afrique de l'Ouest. Analyse comparative dans le sous-espace Ouest.* Paris, France, Club du Sahel/OCDE, 90 p.

Damais G., Olive G., 1994. Les modèles de simulation de politiques économiques sur tableur : outils d'aide à la décision ou outils de formation ? *In :* Colloque international de l'université d'Artois : "Outils d'analyse et d'aide à la décision dans les PVD", 26 p.

Dufumier M., 1985. Systèmes de production et développement agricole dans le Tiers-Monde. Les Cahiers de la recherche-développement, 6 : 31-38.

Olive G., 1993. Les modèles quasi comptables utilisés dans les pays en développement : l'exemple de Tablo. *In :* Colloque de Marrakech sur "Les stratégies de développement régional et national", août 1993, 17 p.

Témé, 1993 : *Simulation régionale de politiques agricoles en Afrique de l'Ouest ; typologie des systèmes de production du Mali.* Bamako, Mali, Institut d'économie rurale, 30 p.

Mutations techniques en économie de transition

La décollectivisation au Nord-Vietnam

Pillot Didier[1] ; Yvon Florence[2]

[1]Groupe de recherche et d'échanges technologiques, 213 rue La Fayette, 75010 Paris, France

[2]Université Paris VII, Paris, France

Résumé

Au Vietnam du Nord, la décollectivisation de l'agriculture a été amorcée en 1981, mais a surtout été effective à partir de 1988. La période de collectivisation a permis des progrès techniques considérables, mais a abouti à un échec économique évident. Une analyse de la transformation des systèmes de production depuis 1988 montre que la croissance de la production a été permise par une forte intensification en travail jusqu'en 1991. En revanche, le recours aux consommations intermédiaires a connu une nette régression, en partie à cause de la capacité des familles à assurer les avances aux cultures, et en partie du fait de la désorganisation des services d'amont aux agriculteurs (auparavant assurés par l'Etat). Depuis 1992, l'intensification est de nouveau alimentée par une utilisation croissante de capital, au moins pour une catégorie d'agriculteurs. De tels travaux soulignent l'intérêt, pour la détermination des politiques agricoles, de mettre en évidence les stratégies des acteurs de la production dans leur environnement.

Abstract

Technical development in an economy in transition. Privatization in northern Viet Nam

In northern Viet Nam, privatization of the agricultural economy, which was launched in 1981, has been effective only since 1988. Significant technical progress was achieved during the cooperative period, which nethertheless experienced economic failure. Analysis of farming systems since 1988 show that agricultural growth was realised through labor intensification until 1991. Less inputs were used, partly due to farmers' lack of financial ressources, and partly due to the failure of collective services, which had previously been provided by the State. Since 1992, intensification has once again been based on increasing capital use, at least for certain types of farm. Such work stresses the possible contribution of farming systems research to the formulation of agricultural policy.

Introduction

La décollectivisation de la production agricole au Nord-Vietnam et la libéralisation des marchés sont des mesures que l'on date couramment de la fin des années 80.

Alors qu'il était auparavant un importateur net de riz, voire sujet à des disettes fréquentes (la dernière datant de 1987-1988), le Vietnam s'est rapidement propulsé au rang de troisième exportateur mondial dès 1989, derrière la Thaïlande et les Etats-Unis. La croissance économique s'est accélérée, jusqu'à des niveaux de l'ordre de 8 % par an. La corrélation entre les mesures de libéralisation-décollectivisation et les progrès spectaculaires de la croissance et des exportations est évidente. Mais le discours dominant confond rapidement croissance et modernisation agricole, et d'aucuns se précipitent pour expliquer les progrès de la production par l'élévation du niveau des forces productives et l'amélioration de la productivité.

Pourtant, l'impact des mesures de libéralisation sur l'organisation et les modalités de la production est forcément complexe, d'autant que le Vietnam est un pays diversifié (1 700 km du nord au sud), dont les deux principales régions de production, les deltas du Mékong au sud et du fleuve Rouge au nord, ont été marquées par une histoire agraire divergente : forte collectivisation au nord, tentative rapidement avortée au sud.

La présente communication se propose d'examiner, à partir des quelques éléments statistiques fiables dont nous disposons et surtout à partir de recherches d'orientation systémique menées dans le cadre du programme "Fleuve Rouge" [1], quelle a pu être la dynamique réelle affectant les systèmes de production agricole dans la région la plus densément peuplée et à l'agriculture la plus intensive du Vietnam : le delta du fleuve Rouge. Après un bref rappel de l'histoire de la collectivisation puis de la décollectivisation,

[1]Programme rassemblant divers projets de recherche et de développement expérimental, réalisé en collaboration avec l'Institut national des sciences agronomiques du Vietnam.

nous examinerons l'utilisation qui est faite des facteurs de production afin d'évaluer si la libéralisation s'est effectivement traduite par une augmentation de la productivité. Nous terminerons en envisageant les scénarios possibles de transformation future de cette agriculture.

Une collectivisation forte, entre 1960 et 1980, suivie d'une décollectivisation progressive

Au Nord-Vietnam, le groupement des exploitations agricoles familiales en coopératives semi-socialistes, amorcé en 1958, a été autoritairement accéléré à partir de mi-1959 : fin 1960, 85 % des foyers étaient, selon les statistiques, intégrés dans de telles structures. Celles-ci sont alors encore de petite taille : une trentaine de familles pour une quinzaine d'hectares de terres cultivées par coopérative en moyenne. Les prélèvements du système restent mesurés : 60 % du produit brut (ou 82 % de la valeur ajoutée) revient aux familles sous forme de valorisation en nature des points-travail ou de rémunération des moyens de production apportés par les membres lorsqu'ils ont rejoint la coopérative (figure 1).

Dès le début des années 60, la pression du Parti communiste s'exerce en faveur d'une transformation des coopératives semi-socialistes en coopératives socialistes, dont la gestion échappe de plus en plus aux familles membres. On élargit aussi la taille des unités de production par fusion de coopératives de petite dimension. Ainsi, en 1975, 90 % des coopératives sont désormais socialistes et rassemblent 215 foyers en moyenne.

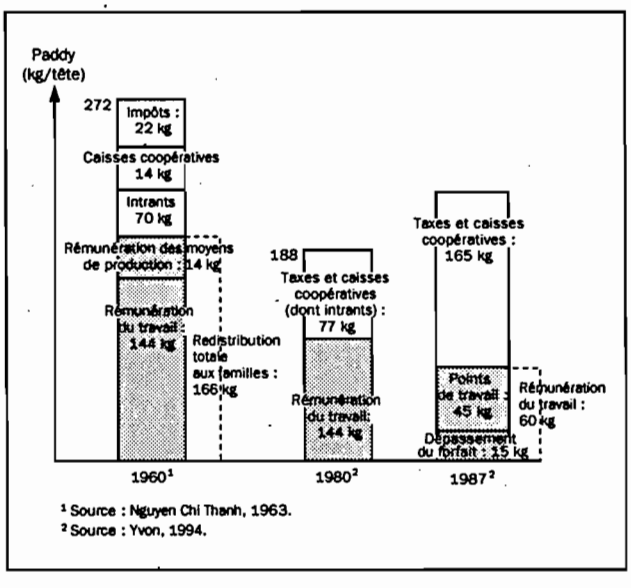


Figure 1. *Evolution de la répartition du produit brut agricole dans les coopératives.*

De nombreux auteurs ont fait, depuis cette époque, la critique de ce mode d'organisation : les plans de culture sont établis par les responsables (nommés) des coopératives ; les producteurs ne sont pas intéressés aux résultats de leur travail et leur motivation sur les terres collectives est faible. Le système se bureaucratise... Ce qui est moins souvent souligné, c'est que cette organisation de la production a permis, outre le financement de l'effort de guerre, une formidable transformation des systèmes techniques de production.

A la fin des années 50, les terres les plus hautes du delta étaient cultivées en riz pendant la mousson humide d'été. Les terres les plus basses, mal drainées, étaient cultivées pendant la saison d'hiver-printemps, plus sèche. La double culture de riz était peu répandue : entre un tiers et la moitié de la superficie agricole du delta selon les auteurs. Entre 1960 et 1970, la double culture se généralise grâce à d'importants travaux hydrauliques et à l'introduction de nouvelles techniques culturales, rapidement imposées par la planification centrale : mécanisation des labours (rendue possible par des plans de culture désormais basés sur des soles de grande dimension), variétés à cycle court, fertilisation complexe, traitements insecticides, etc. Le mouvement se poursuit dans les années 70, avec l'extension de la triple culture (2 riz + 1 culture "sèche") sur les terres les mieux drainées. Malgré le raccourcissement des cycles et le manque d'intérêt des producteurs, les rendements augmentent pendant toute cette période (figure 2), ce qui illustre bien l'importance des améliorations techniques qui sont introduites.

En dépit de ces progrès techniques incontestables, les performances économiques sont, elles, bien moins brillantes. Déjà le système coopératif semble rongé de l'intérieur, comme l'attestent l'extension illégale des superficies des lopins familiaux (en principe limitée à 5 %), l'application de contrats de production avec des petits groupes, mais aussi avec les foyers paysans, et l'autonomisation partielle des brigades de production, etc., et ce en opposition totale avec la politique officielle définie alors par le Parti. Souvent, en dehors du riz et des cultures industrielles, les coopératives ne parviennent que très partiellement à collectiviser la production.

Pour mettre fin à ces "désordres", et pour satisfaire à sa nouvelle stratégie d'industrialisation accélérée, le Parti décide, en 1976, de transformer l'agriculture en grande agriculture socialiste. Au plan de l'organisation interne des coopératives, celle-ci se caractérise, d'une part, par une division du travail entre les brigades de production de base et les nouvelles brigades spécialisées (de labour, d'irrigation, de semences, de protection des plantes...) et, d'autre part, par une taylorisation accrue du travail agricole. Si la production totale continue d'augmenter, la production par tête diminue (figure 3). Le creusement des canaux et l'équipement des coopératives représentent des investissements qui mobilisent une part de plus en plus importante du travail et des ressources financières des coopératives. Le nouveau système de culture introduit des charges considérables d'électricité pour le pompage, d'engrais et de produits de traitement pour les cultures. Les appareils d'encadrement s'alourdissent davantage encore, à mesure que les cadres assoient leur pouvoir. Les coopératives sont aussi de plus en plus chargées des dépenses sociales. Si bien qu'au total elles disposent de moins en moins de valeur ajoutée à redistribuer aux familles : en 1980, on ne redistribue plus que 111 kg de paddy par personne (figure 1).

La crise économique, qui se développe à la fin des années 70, oblige le Parti à introduire des changements importants dans le système coopératif.

En 1981, par la "résolution n° 100", on instaure un système de contrats entre les coopératives et les familles. Les

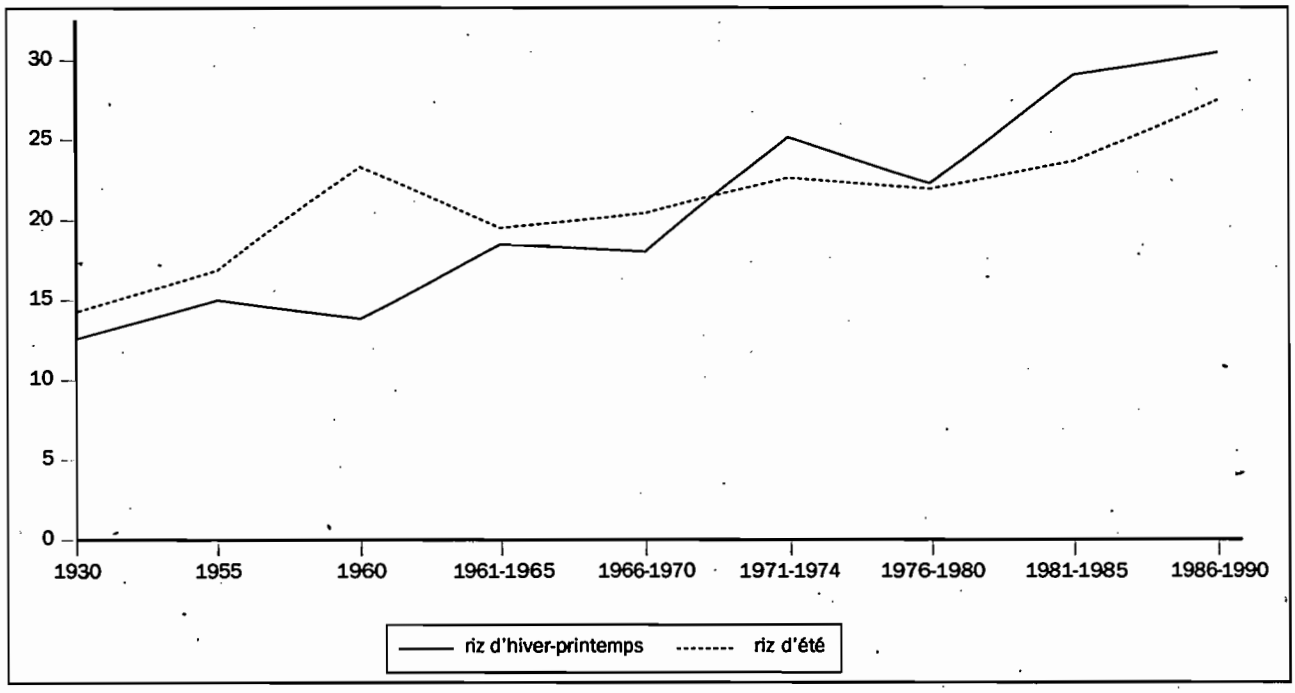


Figure 2. *Evolution des rendements en riz entre 1930 et 1990 (delta du fleuve Rouge).*

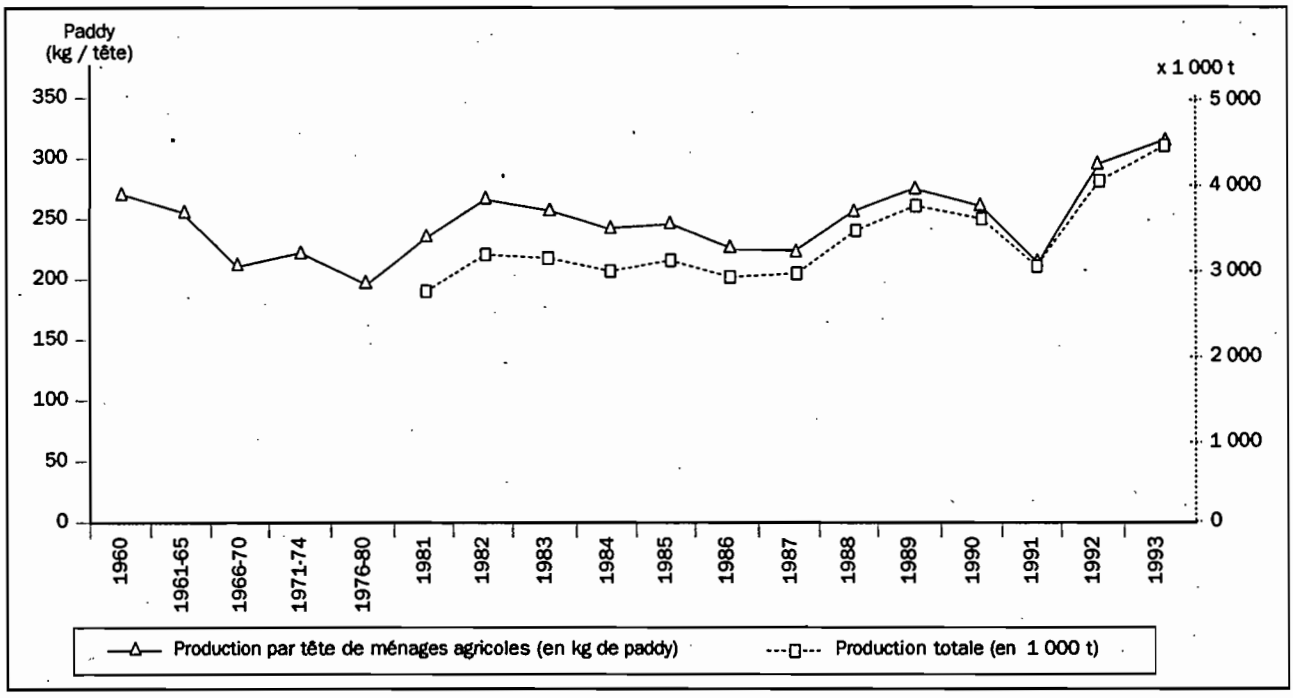


Figure 3. *Evolution de la production de riz par tête (ménages agricoles) entre 1960 à 1993.*

plans de culture sont toujours fixés par les coopératives, et les travaux de pépinières et de préparation des terres continuent d'être réalisés collectivement et donnent droit à des points de travail. La principale nouveauté est que les parcelles prêtes à repiquer sont alors attribuées aux familles qui en poursuivent la conduite jusqu'à la récolte. Ces familles disposent désormais de l'excédent de production dépassant un niveau de rendement dit "de contrat", variable selon le potentiel des terres, et peuvent théoriquement commercialiser cet excédent directement sur le marché libre. En pratique, on ne permet pas au petit commerce privé de se développer pour le riz, puisque l'essentiel des surplus est drainé par les coopératives au profit de redistributions internes et du marché d'Etat. La coopérative collecte le riz selon les quantités prévues par le contrat ; avec cela, elle est censée couvrir les taxes, payer les charges collectives (dont les intrants) et redistribuer le solde en rémunération des points de travail acquis par les familles au moment des travaux collectifs.

L'ensemble de ces mesures permet néanmoins une relative reprise de la production rizicole par tête, qui augmente d'environ 10 % entre 1980 et 1985 (figure 3). Mais, très vite, les prélèvements du système coopératif deviennent exorbitants : en 1986-87, même en incluant le dépassement du forfait, la quantité de paddy qui reste disponible pour les familles, une fois les charges et les taxes payées, n'est plus

que de 60 kg par tête (figure 1) ! Dans la réalité, beaucoup de paysans ne peuvent évidemment plus payer toutes ces charges ; pour diminuer ces prélèvements, ils préfèrent rendre à la coopérative une partie des terres qui leur avaient été attribuées et intensifier au maximum sur les terres restantes. On aboutit ainsi à une situation paradoxale où, dans une région à très forte pression démographique et déficitaire en riz, une partie des terres ne trouvent plus preneur pour être mises en valeur ! Privées de moyens, les coopératives assurent de moins en moins bien les fournitures d'intrants. Lorsque, en 1987, des circonstances climatiques défavorables s'ajoutent à ces difficultés, le prix du riz flambe et la disette s'installe dans les villes et les régions structurellement déficitaires.

Cette situation conduit l'Etat vietnamien à une avancée décisive dans la décollectivisation en 1988 : c'est le "contrat n° 10". Dans ce nouveau système, identique au forfait intégral appliqué en Chine depuis 1981, les terres des coopératives restent toujours affectées aux familles, mais les points de travail sont supprimés. Le choix des systèmes de culture est libéré de fait, tout en restant limité par les contraintes collectives d'irrigation. Les coopératives sont maintenues, mais, dans la réalité, elles ne réalisent plus guère que la collecte des taxes (10 % du rendement de contrat), et rares sont celles qui peuvent encore assurer des services agricoles aux producteurs familiaux : distribution de l'eau d'irrigation, approvisionnement en semences, engrais et pesticides, commercialisation au sein des circuits d'Etat, etc.[2]

En 1989, le prix d'Etat du riz est aligné sur le prix du marché libre et les monopoles d'Etat sont supprimés. Le cadre légal dans lequel s'exerce l'agriculture prend alors la forme qui le caractérise encore aujourd'hui : une petite agriculture familiale, placée dans un système d'économie de marché, où interviennent désormais des réseaux mixtes : acteurs privés à la base pour le petit commerce et certains services aux producteurs, et organismes d'Etat (à qui l'autonomie de gestion est accordée) pour le commerce de gros et de nombreux services de moins en moins bien assurés.

[2]Les coopératives sont aussi chargées de redistribuer la terre entre les familles par périodes de cinq ans, et ceci afin d'éviter une différenciation foncière trop importante.

Le redressement de la production : deux étapes, mais une différenciation sociale continue

Les dispositions du contrat n° 10 ont, globalement, vivement dynamisé la production.

Si on excepte la mauvaise saison 1991, due à des circonstances climatiques défavorables, la production de paddy par tête progresse régulièrement depuis 1988. D'ailleurs, durant le quatrième trimestre 1992, et ce pour la première fois, le gouvernement a attribué officiellement des quotas d'exportation à certaines provinces du delta excédentaires, pour un volume total d'environ 200 000 tonnes (figure 3).

Les cultures "sèches", comme le maïs ou le haricot mungo, pratiquées en troisième culture, ont connu une augmentation encore plus sensible. Les rendements augmentent de façon continue (figure 4).

Nous manquons de statistiques fiables concernant les productions maraîchères, mais les études menées dans le cadre du programme Fleuve Rouge montrent une dynamique particulièrement active en faveur de ces productions dont la marge brute par hectare est la plus élevée de toutes les cultures sèches d'hiver.

Au-delà de la simple constatation des progrès de la production qu'enregistrent les statistiques agricoles, une analyse plus fine des transformations que connaissent les systèmes de production permet de distinguer deux étapes dans le processus d'intensification que connaît l'agriculture depuis 1988.

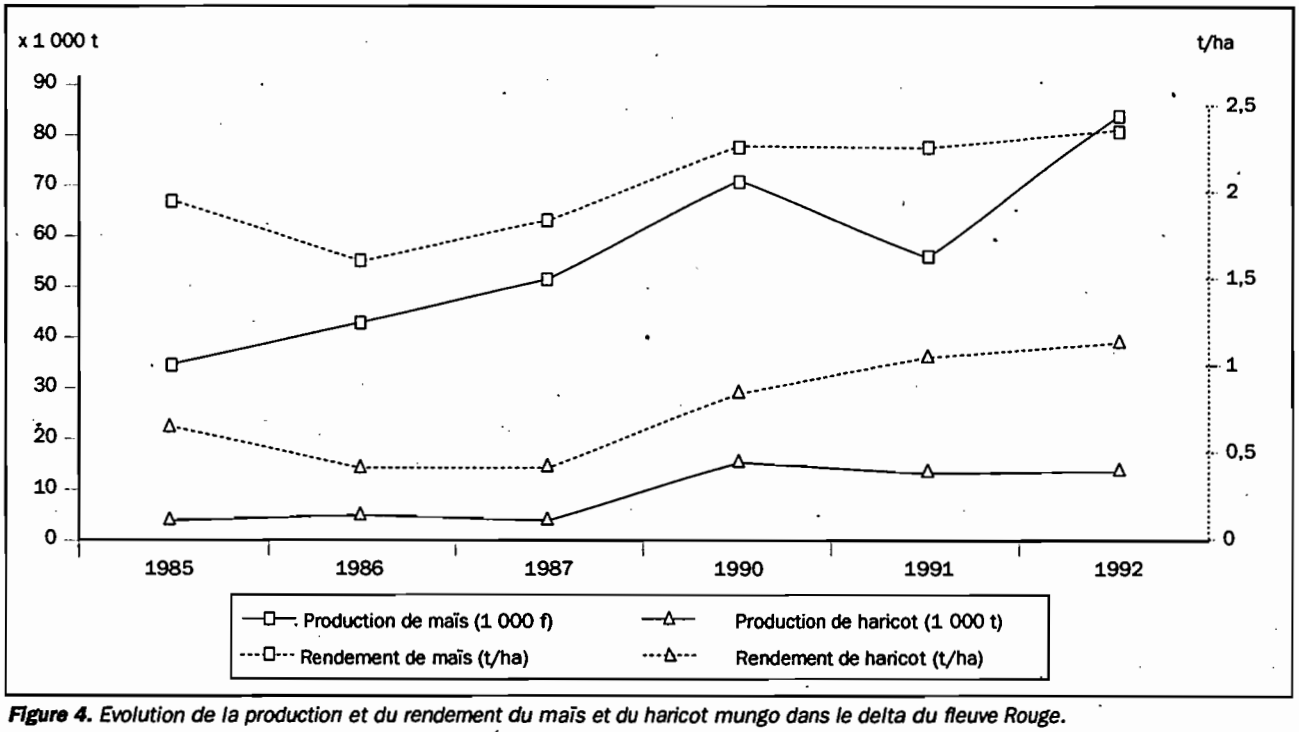


Figure 4. Evolution de la production et du rendement du maïs et du haricot mungo dans le delta du fleuve Rouge.

1988-1992 : une diminution des consommations intermédiaires, mais une intensification en travail

Les observations réalisées sur les systèmes de production du delta du fleuve Rouge montrent que, globalement, l'organisation des systèmes de culture change peu entre 1988 et 1992, malgré la libéralisation économique. Aucune innovation majeure n'est introduite. En revanche, au moins en riziculture, les consommations intermédiaires (achats d'engrais, de semences améliorées, traitements insecticides, frais d'irrigation) régressent.

La première explication de la baisse des consommations intermédiaires, dont la valeur représente autour de 20 % de la production, tient au fait que les coopératives ne sont plus, sauf exception, en mesure d'assurer la fourniture d'intrants à crédit. Les paysans se trouvent donc amenés à s'approvisionner sur le marché libre et à payer comptant. Le crédit agricole n'atteignant qu'un faible pourcentage des exploitations, les paysans qui ne disposent pas des ressources financières suffisantes sont conduits soit à réduire leurs achats, soit à emprunter dans les circuits traditionnels d'usure, à un taux pouvant atteindre 10 à 20 % par mois.

D'autres facteurs, spécifiques à la situation de chaque filière d'intrants, contribuent aussi à la régression des consommations intermédiaires.

Les engrais chimiques

On constate d'abord une baisse de la consommation d'engrais chimiques sur les rizières, malgré une légère amélioration du rapport de prix entre le paddy et l'urée (principal engrais utilisé).

La diminution de la consommation d'urée apparaît en fait inégale selon les catégories de producteurs. Elle touche d'abord les producteurs qui sont financièrement les plus étranglés. Mais elle touche aussi, à l'autre extrémité de l'échelle sociale, les producteurs qui ont pu développer leur élevage porcin et qui possèdent du fumier à épandre en remplacement de l'urée.

Les semences de qualité

Avant la libéralisation, les semences sélectionnées de riz étaient fournies aux coopératives par des compagnies d'Etat spécialisées, même si les problèmes d'approvisionnement étaient fréquents. En principe, rien dans les mesures de 1988 et 1989 n'empêche la poursuite de ce système, si ce n'est (mais la réserve est de taille) que les compagnies en question disposent désormais de l'autonomie de gestion. Elles ne sont plus — en principe — subventionnées et doivent se faire payer par leurs clients. Dans la réalité des choses, le service se dégrade rapidement, car de nombreuses coopératives, elles-mêmes en difficulté, ne règlent pas leurs factures. La mauvaise qualité des semences livrées provoque, à son tour, des refus de paiement aggravant les difficultés des compagnies semencières, ce qui dégrade encore la qualité des semences produites. Ce "cercle infernal" conduit à terme à la disparition de ces compagnies.

Les paysans se retournent donc massivement vers l'autoproduction de semences. Mais, pour diverses raisons techniques, l'autoproduction de semences de qualité est difficile à mettre en œuvre[3]. De fait, les paysans se plaignent fréquemment de la "dégénérescence" de leurs semences. L'éventail des variétés utilisées dans chaque village se restreint dangereusement.

Les traitements insecticides

La disparition rapide des brigades spécialisées dans la protection des cultures conduit les agriculteurs à prendre en charge individuellement le traitement de leurs cultures. Dans le meilleur des cas, les coopératives continuent de diffuser des avertissements et des consignes de traitement, mais en laissant, en définitive, le choix de traiter ou de ne pas traiter aux producteurs individuels. Les parcelles non traitées représentent alors autant de sources de réinfestation possibles pour les parcelles traitées, et l'efficacité des traitements s'en trouve réduite. Les décalages de traitement dans le temps, entre les producteurs, contribuent aussi à diminuer l'efficacité de la protection ; ils sont en revanche redoutables pour l'entomofaune auxiliaire.

Indépendamment de ces mécanismes, les traitements insecticides représentent l'acte technique le moins bien maîtrisé par les producteurs, puisqu'ils étaient auparavant réalisés par des brigades spécialisées. Ni les acheteurs, ni les vendeurs ne connaissent vraiment les matières actives et les conditions d'utilisation. Qui plus est, certains revendeurs indélicats n'hésitent pas à les couper avec des produits inactifs, comme du pétrole ; la méfiance des paysans s'en trouve accrue.

Globalement, les ventes d'insecticides chutent considérablement. Sur l'ensemble du Vietnam, la production d'insecticides, ajoutée aux importations, passe de 15 000 t/an en 1981-1985 à 5 000 tonnes en 1989-1990.

La désorganisation de l'irrigation

On observe que les quantités d'eau pompées par les stations d'irrigation gérées par l'Etat sont largement supérieures aux normes, elles-mêmes surestimées par rapport aux besoins réels des cultures. Cette surconsommation tient pour beaucoup à la suppression des brigades d'irrigation, à la désorganisation des tours d'eau, inexistants ou peu respectés. Ce surpompage global ne permet toutefois pas à chaque paysan d'avoir un accès garanti à l'eau au moment où, individuellement, il en exprime le besoin. Les paysans qui reçoivent mal l'eau refusent de payer les charges d'irrigation aux stations de pompage, qui dépendent de l'Etat. Les difficultés de celles-ci s'accroissent et elles finissent par ne plus pouvoir payer l'électricité. La compagnie d'électricité (encore d'Etat) peut alors couper le courant, ce qui renforce les problèmes de distribution d'eau, donc les refus de paiement, et ainsi de suite...

Pour faire face aux risques de non-fourniture d'eau, les paysans surcreusent les canaux afin qu'ils puissent stocker un volume d'eau servant de réservoir. La distribution tend à devenir de moins en moins gravitaire et le travail — manuel — d'écopage s'accroît considérablement.

[3]Du fait des contraintes collectives d'irrigation, les pépinières sont le plus souvent groupées. Les pollutions peuvent être importantes au moment des semis si ceux-ci sont réalisés avec plusieurs variétés. Il en est de même à la récolte, au séchage et au battage.

Une intensification en travail

La désorganisation des services collectifs conduit ainsi à des transformations des systèmes agricoles qui correspondent à des régressions techniques plus qu'à de brillants progrès générés par l'économie de marché.

Le recul de la consommation d'intrants représente aussi une extensification en capital. Pourtant, le niveau de production du delta s'est sensiblement amélioré pendant cette période pour toutes les spéculations agricoles. A l'origine de cet apparent paradoxe, il convient de voir la responsabilisation des producteurs sur leurs itinéraires techniques, qui les conduit à des systèmes plus intensifs en travail. Le labour au buffle en remplacement du tracteur, le transport de fumier pour la fertilisation des parcelles, l'écopage manuel sur des microparcelles qui fait suite à l'irrigation gravitaire sur de grandes soles, les désherbages manuels désormais plus soignés traduisent une augmentation de la quantité de travail incorporée dans le procès de production.

La substitution du travail au capital ne concerne pas seulement la production végétale ; les mêmes observations pourraient être faites à propos de l'élevage des porcs, qui occupe une place fondamentale dans les systèmes de production de cette région. De l'utilisation d'aliments fabriqués industriellement et fournis aux coopératives dans le cadre de la planification, on a glissé vers des rations à base de résidus de culture (son, fanes de patates douces...), de sous-produits de l'activité domestique et d'herbes aquatiques. Du coup, la ration protéique apparaît désormais trop faible. L'insémination artificielle, qui était largement répandue pendant les années 70[4], s'est écroulée. Dans certains cas, le petit nombre de verrats et leur non-renouvellement peuvent conduire à une évidente consanguinité. Pourtant, là aussi, la production augmente.

Au total, la valeur ajoutée par hectare s'est vraisemblablement accrue autant, sinon davantage, par diminution des charges que par augmentation du produit. Cependant, comme la quantité de travail a augmenté, il n'est pas certain que la productivité du travail s'en soit trouvée accrue pour autant.

La marge brute revenant aux producteurs est d'autant plus importante que les prélèvements sur le produit agricole, calculés en dehors de toute rémunération d'intrants, ont sensiblement diminué. Certes, les taxes de l'Etat oscillent toujours autour de 8 à 10 % depuis 1960, mais elles sont calculées sur le rendement de contrat, qui est devenu depuis 1988 sensiblement inférieur (de 20 à 30 %) au rendement réel. Quant aux prélèvements du système coopératif, ils ne sont plus, en 1991-1992, que de 12 %.

Globalement, malgré les régressions techniques, la situation économique des paysans s'est donc sensiblement améliorée. Une enquête menée, en 1989 et en 1993, auprès d'un même échantillon de 79 familles montre que, si le produit brut par exploitation a été — en monnaie courante — multiplié par 4,6, les charges (y compris les taxes et prélèvements) n'ont, elles, été multipliées que par 2,1 (Dao Thé Tuan, comm. pers.).

1992-1994 : un recours de nouveau croissant aux intrants

A partir de 1992-93, on voit réapparaître, dans le delta du fleuve Rouge, les signes d'une utilisation de nouveau croissante de capital dans la production.

Le commerce privé d'engrais se développe, d'abord plus franchement, et assure le relais de l'approvisionnement auparavant offert par les coopératives[5]. Les formules d'engrais proposées se diversifient (apparition de la potasse), preuve que la demande devient plus variée.

Avec un ou deux ans de décalage, les mêmes observations peuvent se faire aujourd'hui à propos des insecticides et des fongicides. La généralisation de leur utilisation[6], voire de leur abus, confine à l'anarchie.

De nouveaux réseaux apparaissent aussi pour l'approvisionnement en semences sélectionnées : la percée, cette année, des variétés chinoises de riz hybride[7] est spectaculaire, bien qu'elles soient trois fois plus chères que les variétés sélectionnées antérieurement utilisées.

En matière d'irrigation, la faillite des stations de pompage provoque l'équipement de nombreuses parties de réseau en petites motopompes.

Manifestement, l'accumulation permise par l'intensification en travail des années 1988-1992 s'est traduite par une amélioration significative des possibilités financières des familles, lesquelles permettent un retour à des systèmes utilisant de nouveau davantage d'intrants marchands.

Toutefois, il est clair que toutes les familles n'ont pas bénéficié des mêmes possibilités d'accumulation. En fait, deux catégories de ménages se retrouvent aujourd'hui dans la position la plus favorisée. Il s'agit d'abord de ceux qui possédaient en 1988 un petit capital épargné pendant la période précédente ; il s'agit ensuite de ceux qui disposent d'une activité complémentaire non agricole (fabricant d'alcool, propriétaire de décortiqueuse, par exemple)[8]. Ces deux catégories ont été moins sensibles que les autres aux régressions techniques dont nous avons parlé, car elles avaient les moyens de corriger individuellement les dysfonctionnements des services collectifs. Comme les autres exploitations, elles ont fortement intensifié en travail, mais elles se retrouvent aujourd'hui parmi les premières à pouvoir, en plus, intensifier par le capital. La différenciation sociale s'accélère en conséquence.

[4]A Nam Thanh, dans le centre du delta, les enquêtes indiquent que 70 à 80 % des truies étaient inséminées, et parfois 90 à 100 % dans certaines communes. Pendant la même période, plusieurs communes s'étaient spécialisées dans l'élevage de races locales et fournissaient les autres régions en jeunes reproductrices. Les verrats, élevés à la station dépendant de la province, étaient de race "exotique" (Landrace, Edel, Duroc).

[5]Pour le commerce de détail en tout cas, celui de gros demeurant encore très largement dominé par les organismes étatiques.

[6]Trois ou quatre traitements par saison au moins pour tous les producteurs.

[7]A Co Phap, un des sites de recherche du programme Fleuve Rouge, la moitié des surfaces en riz de printemps situées sur "terres hautes" ont été cultivées avec ces variétés en 1994, alors qu'elles étaient quasi inconnues des paysans il y a deux ans.

[8]Souvent, il s'agit d'ailleurs des mêmes familes, car les activités non agricoles privées étaient, bien évidemment, avant 1988 la principale source d'enrichissement individuel.

Conclusion

La fin de la planification centralisée de l'économie, la reconnaissance du marché comme nouveau régulateur des échanges entre agents, la disparition des institutions de service subventionnées par l'Etat, la distribution du foncier aux familles sont autant de facettes des politiques économiques de libéralisation menées au Vietnam à la fin des années 80. Elles avaient été préparées par une autonomie progressive des ménages agricoles, amorcée en 1981. Il n'y a donc pas eu de rupture brutale, mais une progressive réémergence d'exploitations familiales dotées de moyens de production dont elles ont désormais la libre maîtrise.

La conséquence de ces mesures a certainement été une forte incitation à produire, qui s'est traduite par une amélioration sensible des indicateurs macro-économiques courants.

Cependant, dans les régions qui avaient connu une forte collectivisation, l'effondrement des services, auparavant assurés par des entreprises d'Etat dont les subventions se tarissent, impose aux producteurs des adaptations pour faire face à des conditions devenues plus aléatoires : rétrécissement de l'éventail de choix génétiques en matériel végétal et animal à disposition des producteurs, baisse de la quantité et de la qualité des traitements insecticides, développement de pratiques individuelles de gestion de l'eau dispendieuses à l'échelle du réseau, chute de l'insémination artificielle au profit de la monte naturelle dans les élevages porcins familiaux, etc.

Ces changements, qui représentent de véritables régressions techniques, n'empêchent cependant pas l'augmentation de production, car celle-ci résulte avant tout d'une mobilisation accrue du facteur travail incorporé dans le procès de production, alors que l'utilisation de capital diminue.

Tous les producteurs ne sont néanmoins pas affectés de la même façon par l'effondrement des services d'Etat. Ceux qui disposent au départ des ressources en capital les plus établies ou ceux qui ont développé parallèlement des activités non agricoles peuvent plus facilement s'extraire de ces contraintes, et ainsi élargir leur capacité financière. Celle-ci, ajoutée à une certaine réorganisation des circuits d'approvisionnement, permet dans un second temps aux exploitations concernées de s'engager à nouveau dans des systèmes utilisant davantage de capital. Ils y trouvent alors une base supplémentaire à leur accumulation.

Dès lors, les différences de productivité se creusent entre les producteurs. On peut s'interroger sur la reproductibilité des exploitations qui n'ont pu se doter d'une capacité financière suffisante pour réengager un processus d'intensification par le capital et pour lesquelles l'intensification par le travail compense tant bien que mal la baisse de l'utilisation d'intrants. Il est douteux que leur production puisse se maintenir à son niveau actuel dès que la croissance économique aura généré des conditions attractives pour la main-d'œuvre en dehors du secteur agricole.

La réapparition d'un marché foncier, en principe interdit mais difficile à prévenir dans les faits, représente une autre source d'inquiétude. Elle devrait automatiquement générer l'incorporation d'une rente foncière, réelle ou virtuelle, dans les coûts de production. Or c'est en partie l'absence d'une telle rente qui permettait aux producteurs de supporter de faibles niveaux de productivité du travail. Sa réapparition devrait logiquement conduire à l'élimination des producteurs les moins bien placés de ce point de vue, c'est-à-dire ceux qui disposent des plus faibles ressources financières pour assurer correctement les avances aux cultures.

L'évolution des conditions économiques englobantes pourrait ainsi conduire au retour à des systèmes plus extensifs en travail, comme le suggère la réapparition du semis direct en riziculture, au profit d'activités non agricoles.

De telles recherches sur les systèmes agricoles confirment et relativisent en même temps le succès de la libéralisation économique opérée. Elles en montrent les niveaux de blocage, et identifient des facteurs de risque.

La valorisation de ces résultats, pour orienter la politique agricole, se heurte néanmoins à la rapidité des transformations qu'ils éclairent. Les chercheurs ont souvent le sentiment de courir derrière les changements davantage que de les orienter. Les délais de mise en place et d'accomplissement de la recherche-système ne sont généralement pas compatibles avec l'exigence de répondre rapidement aux questions qui se posent aux "décideurs", au moment où ceux-ci se les posent, en tout cas dans un contexte aussi rapidement changeant que celui d'une économie en transition.

Références bibliographiques

Chu Van Lâm, Nguyên Thai Nguyên, Phung Huu Phû, Trân Quôc Tôan, Dang Tho Xuông, 1992. *Hop Tâc Hôa nong nghiêp Vietnam : lich su - vân dê - Triên vong.* Hanoi, Vietnam, Ed. La Vérité, 203 p.

Comité agricole du comité central du Parti communiste vietnamien. 1991. *Kinh tê - Xª, Hoî nông thôn Vietnam ngay nay.* Tome 1. Hanoi, Vietnam, Ed. Idéologie et culture, 310 p.

Nguyên Chi Thanh, 1963. Situation de l'agriculture vietnamienne. Revue Tiers-Monde, 13-14.

Nguyên Lâm Tôn, 1990. *Thuc trang nông thôn hiên nay và nhung vân dé cân giai quyêt.* Hanoi, Vietnam, Ed. Agriculture et industries agro-alimentaires, p. 648-651.

Nguyên Thiên Thoa, 1992. *Chiên luoc giá bao hô nông phâm.* Ed. Institut des marchés et des prix, 88 p.

Les leçons de l'observation d'exploitations agricoles en zone semi-aride algérienne

Une contribution à de nouvelles propositions de politique agricole

Pluvinage Jean[1] ; Assabah Amar[2]

[1]INRA, SAD-LECSA, 2, place Viala, 34060 Montpellier

[2]Institut technique des grandes cultures, Alger, Algérie

Résumé

La libéralisation de l'économie agricole algérienne, à partir de 1987, contraint l'ensemble des acteurs à une nouvelle définition des règles d'action de l'Etat. La permanence du secteur privé agricole depuis 1962 a permis l'observation pluriannuelle d'exploitations agricoles, et plus particulièrement l'analyse des modes d'adaptation de ces systèmes de production aux fluctuations climatiques et économiques propres aux zones sèches méditerranéennes.

Il en découle que les moyens dont dispose l'Etat pour orienter les agriculteurs vers une intensification de la production, qui reste une priorité nationale, doivent respecter les logiques combinatoires d'activités végétales et animales mises en œuvre par les agriculteurs pour gérer les aléas et l'incertitude.

Abstract

Lessons through Observation of Farms in the Semi-Arid Zone of Algeria

Contribution to New Agricultural Policies

The free-economy policy existing in Algerian agriculture since 1987 has forced all acting parties to redefine the government's development plan. The stability of the agricultural private sector since 1962 has allowed long-term observation of farms, and identification of the mode of adaptation of farming systems to climatic and economic changes best suited to dry Mediterranean conditions. Any attempts by the government to orientate farmers towards intensive farming—a national priority—must respect farmer strategies for crops and livestock aimed at minimizing risks and uncertainty.

Introduction

La politique agricole (et alimentaire) algérienne était, jusqu'en 1987, marquée par une organisation centralisée et planifiée de la production agricole, réalisée à plus de 50 % dans des domaines agricoles socialistes. La libéralisation de 1987 (privatisation des domaines d'Etat) oblige à reconsidérer l'ensemble du cadre des interventions de l'Etat dans le secteur agricole et agro-alimentaire. Cependant, il existait en Algérie un secteur minoritaire de la production qui n'a jamais été étatisé, et qui représente aujourd'hui une base de connaissances importante sur le type de fonctionnement et de production que vont mettre en œuvre les nouvelles exploitations agricoles issues de la privatisation des fermes d'Etat (sous réserve que le transfert de notre connaissance d'un secteur à l'autre puisse intégrer l'histoire sociale très différente de l'agriculture d'Etat et celle de l'agriculture privée algérienne).

C'est pourquoi, dès 1986, l'Institut technique des grandes cultures, Alger et Sidi-Bel-Abbès, et l'INRA de Montpellier ont mis en œuvre en commun un programme de recherche dans la région de Sidi-Bel-Abbès (zone semi-aride), dont l'objectif principal était l'intensification de la production agricole dans les systèmes céréaliers mis en œuvre par les exploitations agricoles privées et publiques, avec un volet important d'observations "socio-technico-économiques" sur ces exploitations. Simultanément aux travaux classiques d'expérimentations agronomiques réalisés en station (en coopération avec l'ICARDA), nous avons engagé un travail d'observation dans ces exploitations agricoles de la région de Sidi-Bel-Abbès, au travers d'une enquête structure/système de production réalisée dans 200 exploitations (Assabah *et al.*, 1988), puis d'un suivi technico-économique de 25 exploitations durant quatre campagnes (de 1987 à 1991).

Les principaux résultats sont en partie surprenants ; plus précisément, les exploitations agricoles céréalières les plus dynamiques (en dehors des zones irriguées) sont souvent des exploitations qui accordent une aussi grande importance à l'élevage ; il y a, de toute évidence, un décalage marqué entre le champ des innovations habituellement diffusées, qui correspondent au développement de systèmes de production spécialisés, et ce qui motive les agriculteurs. Le réseau des exploitations agricoles suivies durant quatre exercices et les connaissances produites constituent une

base de références relativement unique en Algérie. Ceci permet d'engager une réflexion dans des champs plus larges que ceux prévus au départ ; et plus particulièrement celui de la politique agricole, où la réforme de l'économie implique la définition de nouvelles modalités d'action.

Cela nécessite de rappeler quels ont été les principes de base de la politique agricole algérienne depuis l'indépendance du pays, en notant la faiblesse des références à l'observation de la réalité sociale et technique des exploitations, et nous conduit, sur la base d'un double exemple, à faire émerger les réflexions que suggère une analyse plus précise des systèmes d'exploitation. A partir de ces situations, on peut alors repérer des axes importants à prendre en compte dans une "reconstruction" de la politique agricole algérienne.

Politique agricole et perception des exploitations jusqu'à la réforme des structures agraires en 1987

La politique agricole algérienne depuis l'indépendance a visé un objectif unique (avec des variantes dans les modalités d'incitation) : obtenir l'autosuffisance alimentaire pour les grands produits de base de l'alimentation nationale.

D'où différents plans sectoriels concernant l'agriculture, le sucre, le lait, les céréales et les viandes blanches, qui ont obtenu des succès relatifs ; la production de sucre n'a jamais réussi à démarrer, malgré les efforts d'infrastructures agricoles et industrielles qui y ont été consacrés tout au long des années 70 et 80. A l'opposé, l'aviculture a rapidement atteint ses objectifs puisqu'on est passé d'une production de 11 000 tonnes au moment de l'indépendance à 200 000 tonnes en 1990, ce qui correspond à l'autosuffisance. Ceci a été réalisé, il faut le rappeler, sur la base d'une importation quasi totale des intrants nécessaires à la production : les importations de maïs, par exemple, atteignent plus d'un million de tonnes depuis 1989 (Bedrani, 1993).

Par contre, pour les grands produits alimentaires correspondant à l'utilisation de la superficie agricole cultivée et non irrigable du pays (moins de 10 % de la superficie cultivable est irrigable), le diagnostic est médiocre ; la production céréalière stagne autour de 2 millions de tonnes, alors que l'essentiel des moyens de la politique agricole et alimentaire lui ont été consacrés. Il faut observer, toutefois, l'augmentation de la production de viande rouge : de 90 000 tonnes avant 1962 à 290 000 tonnes en 1992. Plus d'un million d'hectolitres de lait à partir de 1990, contre 100 000 à l'indépendance, et 800 000 en moyenne sur la période 1980-1988.

En fait, jusqu'à la réforme des structures de l'agriculture en 1987, le soutien de l'intensification de la production agricole dans les domaines de l'Etat était rendu possible par l'abondance des ressources financières provenant des exportations de pétrole et de gaz et consacrées à des subventions aux intrants et aux équipements. A l'inverse, les petites exploitations agricoles privées ont, en grande partie, abandonné tout effort d'intensification céréalière et se sont reconverties partiellement vers les productions animales, et ont ainsi largement contribué aux évolutions positives des tonnages de viande rouge et du volume de lait produit.

De ce point de vue, selon la doctrine officielle du ministère de l'Agriculture, il n'y a rien à attendre de l'agriculture paysanne qui doit, au contraire, "bénéficier des acquis" de l'agriculture socialiste pour rattraper des retards qui apparaissent bien discutables à tout observateur un peu perspicace.

Il existe, durant cette période, une sorte de volontarisme technologique très ambitieux et en partie illusoire (l'éternel "problème" de la résorption de la jachère), qu'il s'agisse des premières campagnes de labour après l'indépendance, ou de ce qui est attendu de l'amélioration des variétés des différentes espèces céréalières (ce qui n'infirme pas l'utilité de recherches à réaliser dans ce domaine).

A côté de cette vision très appauvrie des processus de la production agricole, un certain nombre de travaux universitaires insistent sur la nécessité d'avoir une autre vision de l'agriculture et de la paysannerie algérienne (Codron, 1979 ; Ait Amara et Bessaoud, 1986 ; Chaulet, 1987). Le point commun de tous les auteurs de ces travaux est de réhabiliter la vision d'une agriculture composée d'exploitations agricoles qu'il faut enquêter, décrire, caractériser dans leurs structures, mais aussi dans leur comportement social et technique.

Il est clair que, pour nous, les travaux de J.M. Codron (Codron, 1979), dans leur souci d'explication de l'efficience du système d'organisation de la forme sociale de production, marquent une étape importante pour l'identification des interférences entre agriculteurs privés et domaines socialistes dans les politiques d'intensification de la production dont on attend beaucoup dans les années 70 et 80 en Algérie.

La période où se situent nos propres travaux, à partir de 1986, est une période où déjà se discute très fortement le mode de pilotage de l'agriculture algérienne, avec un souhait important de rééquilibrage de la politique agricole en direction des exploitations agricoles privées, largement délaissées jusque-là par les politiques de développement technique. Des institutions aussi importantes que le Bureau national d'études du développement et de l'équipement rural (BNEDER) consacrent des moyens, dans le cadre de programmes de coopération avec la FAO, à repérer ces exploitations privées, ainsi que les combinaisons productives qui sont mises en œuvre (Ait Amara *et al.*, 1986).

Ceci est d'autant plus nécessaire qu'il n'existe pas en Algérie, à cette époque, de statistiques décrivant les structures des exploitations privées. De manière générale, on connaît encore très mal les exploitations agricoles. En 1992, dans le rapport général de la Commission nationale consultative sur l'agriculture (Ministère de l'Agriculture, 1992), ayant pour objet de définir les perspectives de la promotion et du développement du secteur agricole, on ne trouve, en 205 pages, aucune description des exploitations agricoles et de leurs caractéristiques de base ; alors que l'on dispose d'éléments très précis provenant de statistiques administratives sur chaque production, sur le nombre d'ingénieurs et de techniciens employés dans le secteur agricole. Tout au plus mentionne-t-on, en divers endroits du rapport, qu'il y aurait 1 million de personnes employées dans l'agriculture

(dont moins de 200 000 issues du secteur socialiste), soit un peu moins du quart de la population active du pays.

Systèmes d'exploitation agricole en zone semi-aride et adaptation aux aléas climatiques de 1987 à 1991

Les travaux que nous avons menés nous ont permis de construire une représentation globale du fonctionnement de différents types d'exploitations agricoles (Pluvinage *et al.*, 1991) que nous avions identifiés lors d'une enquête préalable dans la wilaya de Sidi-Bel-Abbès en 1986-1987 (Assabah *et al.*, 1988).

Un des points les plus importants du projet a été de montrer qu'il n'était pas possible, dans cette zone, d'imaginer l'intensification de cette agriculture sans tenir compte du rôle considérable joué par l'élevage dans les exploitations ; c'est pourquoi nous présenterons quelques résultats issus d'observations conduites durant quatre exercices, de 1987 à 1991, dans deux exploitations agricoles privées où sont combinés agriculture et élevage bovin et ovin ; l'une de taille assez restreinte (21 ha) ne dispose pas de matériel d'exploitation, l'autre, de grande taille (98 ha), est propriétaire de l'ensemble du matériel souhaitable pour intensifier la production végétale, exception faite de la moissonneuse-batteuse.

Ces deux exploitations A et B (tableaux I et II), choisies dans le groupe des exploitations que nous avons suivies, sont assez représentatives d'options qui se posent à l'évolution de l'agriculture des zones semi-arides des plaines intérieures algériennes ; les exploitations individuelles de petite taille sont les plus fréquentes et le seront d'autant plus si le fractionnement foncier des anciens domaines socialistes va

Tableau I. Poids relatif des productions animales et des productions végétales dans l'exploitation A sur quatre exercices (du 1er octobre au 30 septembre) de 1987 à 1991.

Caractéristiques de l'exploitation
Exploitation de 21 ha ; un seul travailleur : le chef d'exploitation âgé, aidé par un de ses jeunes enfants pour le gardiennage. Pas de moyens mécaniques (travaux réalisés par l'extérieur). Deux priorités : l'élevage bovin et ovin pour la viande et la culture d'orge.

	1987-88	1988-89	1989-90	1990-91	Moyenne
Superficie en orge (ha)	10,5	10	9	10	9,9
Superficie en jachères (ha)	6,5	5,5	8	5,5	6,4
Bovins de plus d'un an au début de l'exercice	7	9	9	9	8,5
Bovins de plus d'un an à la fin de l'exercice	9	9	9	9	9
Ovins de plus d'un an au début exercice	25	35	35	31	31,5
Ovins de plus d'un an en fin d'exercice	35	35	31	24	31,2
Production de grains (quintaux)	124	137	50	276	147
Production de paille ou foin (bottes)	748	651	186	695	570
Marge brute végétale (1 000 dinars)	60,5	50,7	6,3	49,1	41,8
Marge brute animale sans tenir compte de la variation d'inventaire (1 000 dinars)	- 4,1	- 12,9	18,3	39,3	10,2
Marge brute animale en intégrant la variation d'inventaire (1 000 dinars)	- 34,9	27,9	123,4	228,4	86,2
Revenu annuel disponible par travailleur familial (1 000 dinars)	51,4	30,5	20,2	83,4	46,4

Sources : *A partir de données des "suivis d'exploitations" du projet INRA-ITGC, Sidi-Bel-Abbès, 1987-1991.*

Tableau II. Poids relatif des productions animales et des productions végétales dans l'exploitation B sur quatre exercices (du 1er octobre au 30 septembre) de 1987 à 1991

Caractéristiques de l'exploitation
Exploitation de 98 ha, trois travailleurs familiaux et un salarié permanent, auxquels s'ajoutent des saisonniers pour les 4 ha de maraîchage irrigué. Equipement mécanique complet pour les grandes cultures, exception faite de la moissonneuse batteuse. L'exploitation, hors les 4 ha de maraîchage qui ne sont pas dans la rotation, se consacre aux céréales et à l'élevage ovin et bovin. Vente en 1991 de toutes les vaches adultes viande, pour les remplacer par 12 vaches laitières pie rouge de l'est importées.

	1987-88	1988-89	1989-90	1990-91	Moyenne
Superficie en blé (ha)	20	25	9	31	21,2
Superficie en orge (ha)	18	34	20	15,5	21,9
Superficie en avoine (grain ou fourrage) (ha)	9	11	7	9,5	9,1
Jachères ou cultures sinistrées (ha)	43	21	55	36	38,8
Bovins de plus d'un an au début de l'exercice (1 000 dinars)	21	12	11	17	15,2
Bovins de plus d'un an à la fin de l'exercice (1 000 dinars)	12	11	17	15	13,7
Ovins de plus d'un an au début de l'exercice (1 000 dinars)	139	128	145	144	139
Ovins de plus d'un an à la fin de l'exercice (1 000 dinars)	128	145	144	102	129,7
Production de grains (quintaux)	777	464	122	778	535
Production paille et foin (bottes)	2 810	910	1 483	3 950	2 288
Marge brute végétale maraîchage non compris (1 000 dinars)	163	91,2	33,7	206,2	123,5
Marge brute maraîchage (1 000 dinars)	90	120	80	40	77,5
Marge brute animale sans tenir compte de la variation d'inventaire (1 000 dinars)	99,3	- 17,1	201,2	240,5	130
Marge brute animale en intégrant les variations d'inventaire (1 000 dinars)	- 245,6	98,1	508,2	385,8	186,6
Revenu disponible par travailleur familial	107,6	54,4	63,3	149,2	93,6

Sources : *A partir de données des "suivis d'exploitations" du projet INRA-ITGC, Sidi-Bel-Abbès, 1987-1991.*

jusqu'à son terme : c'est-à-dire l'exploitation agricole individuelle ; a contrario, les exploitations d'une centaine d'hectares et plus, si elles sont beaucoup moins nombreuses, contribuent de manière importante à la production céréalière collectée (Chehat *et al.*, 1993). Il s'agit, en général, de structures familiales et d'entreprises issues du démembrement des domaines agricoles socialistes. Il s'agit de cibles privilégiées pour les projets d'intensification de la production végétale.

Les quatre années d'observation (tableaux I et II) correspondent, dans l'ordre, à deux années sèches (240-260 mm) et deux années à pluviométrie moyenne (350-370 mm).

La plus mauvaise année (1989-90) est celle où la pluviométrie est la plus forte et la plus mal répartie, avec un hiver sec et des pluies trop tardives au printemps, ce qui neutralise une grande part (les deux tiers par rapport à la moyenne des récoltes sur 4 ans) des récoltes végétales, grains, pailles et foin. Le pâturage de printemps et d'été, du fait de ces pluies, est abondant, ce qui permet de ramener le troupeau bovin à son niveau d'équilibre dans l'exploitation B (tableau II).

Les résultats économiques, en termes de revenu disponible par travailleur familial, fluctuent davantage dans l'exploitation A que dans l'exploitation B où le maraîchage exerce une fonction anti-aléatoire, classique des cultures irriguées en Algérie dont les prix s'effondrent les années qui ont une pluviométrie satisfaisante pour l'ensemble des cultures, y compris pour des cultures légumières où la disponibilité en eau d'irrigation est limitée.

Globalement, ce qui est impressionnant, c'est la stabilité des troupeaux reproducteurs sur les exploitations, laquelle garantit un enrichissement relativement fiable, même si la réalisation du cheptel, à un moment donné, peut conduire à de fortes pertes. Les exploitants développent, en face de cette situation, des stratégies de stockage de pailles et fourrages (dont la différence qualitative n'est pas toujours très élevée ici). Ils souhaitent, et cela devient la réalité à partir de la récolte 1990-91, disposer d'une année d'avance de stocks fourragers avant d'engager les récoltes de l'année. Cette appréciation, dans le courant du printemps, des stocks, des cultures et des besoins fourragers des animaux pour l'année à venir est un élément clef des décisions qui doivent être prises à ce moment-là sur la destination des cultures céréalières, vers le foin ou la production de grains et pailles, et aussi sur la période où l'on va labourer la jachère.

Les leçons de l'observation globale des systèmes d'exploitation : des axes prioritaires pour une "reconstruction" de la politique agricole algérienne

Nous ne prétendons pas être exhaustifs. Il est clair, par exemple, que, dans l'observation des exploitations, nous avons pu constater les effets perturbateurs de l'instabilité du statut foncier, qui est une question de société largement débattue dans le champ du politique.

Une première série d'observations concerne le caractère non spécialisé des exploitations agricoles de taille moyenne en voie d'intensification. Il s'agit là de complémentarité des fonctions que permettent de remplir les différentes activités de production animale et végétale afin de gérer au mieux les éléments suivants :

- l'existence de la jachère dans des systèmes de culture céréaliers ;
- l'utilisation de la main-d'œuvre disponible dans les exploitations ;
- les incertitudes climatiques : d'une année sur l'autre, les rendements céréaliers dans une exploitation peuvent être proches de zéro ou supérieurs à 20 q/ha ;
- les incertitudes économiques de l'évolution des cours des produits agricoles : certains produits ont un cours minimal rémunérateur, comme le blé, d'autres, comme l'orge, ont un prix garanti peu élevé, mais un prix de marché généralement beaucoup plus élevé ; les animaux, enfin, sont vendus à des prix très fluctuants ;
- les éléments de connaissance du climat qui apparaissent dans le courant d'une campagne agricole ;
- la finalité d'une production céréalière peut évoluer de la production de grains pour le marché au pâturage sur pied en fonction de l'analyse de la situation qui est faite par l'agriculteur-éleveur à différents moments ;
- une stratégie d'accumulation qui se réalise sous la forme de bétail, mais qui peut être très perturbée par les aléas climatiques et économiques ;
- les anticipations que l'on effectue à chaque instant sur l'évolution des besoins des animaux, les rendements des cultures, les cours des produits agricoles...

Dans cet enchevêtrement de variables qui interfèrent sur l'orientation des exploitations agricoles, et le pilotage quotidien, l'incitation à l'intensification, par une hausse de prix appliquée à une fonction de production, n'a qu'un lointain rapport avec ce qui se passe réellement dans les exploitations agricoles.

Une deuxième série d'observations concerne la politique de crédit. Ces exploitations agricoles ont peu recours à l'emprunt, en tout cas officiel ; cela n'exclut pas des emprunts familiaux qui ne nous ont pas été révélés, mais qui semblent tout de même peu importants eu égard au volume des capitaux mis en œuvre et à la production réalisée ; il nous a semblé, au contraire, que les évolutions dans l'exploitation B (passage de l'élevage bovin viande à un élevage bovin laitier) étaient entièrement autofinancées, et n'étaient réalisées que lorsque les conditions d'accumulation étaient suffisantes. Très souvent, dans cette région, les élevages laitiers qui se sont constitués l'ont été sur la base d'une accumulation financière à partir du maraîchage et de l'aviculture, ou au mieux d'un élevage viande prospère, et très rarement sur ressources d'emprunt. Cette réticence à l'emprunt, que l'on pourrait analyser d'un point de vue culturel, a aussi un fondement très concret : l'irrégularité des revenus due aux aléas climatiques et économiques compromet toute possibilité de prévoir de manière rigoureuse des prélèvements pour remboursement, et de ce fait les crédits à moyen terme et d'équipement ne peuvent concerner qu'une faible fraction du capital mis en œuvre. Il faut tenir compte aussi du fait que les taux d'intérêt sur les crédits d'investissement à moyen et long terme (respectivement 16 et 18 % en 1991) sont peu incitatifs, même si ces taux en termes

réels sont négatifs, vu le développement de l'inflation (20 à 25 % en 1991).

La stratégie des agriculteurs et éleveurs apparaît relativement claire par rapport à une adaptation aux aléas climatiques, mais peut être rendue impossible au plan de sa réalisation du fait d'une trésorerie et de stocks insuffisants. La question centrale, du point de vue du crédit, concerne alors la disponibilité de crédits à court terme, avec toutes les questions que cela peut poser s'il y a une succession d'années médiocres. Dans ce type de situation, le cheptel retrouve sa fonction classique de report de valeur d'une période à une autre.

Une troisième série d'observations concerne le système de garantie à mettre en place pour compenser les risques que les agriculteurs ne veulent et ne peuvent pas assurer à titre individuel. Un des résultats importants de l'analyse du fonctionnement des exploitations est leur réticence à supporter les risques supplémentaires induits par l'intensification. En admettant qu'une innovation apporte en moyenne un supplément de revenu, son adoption ne reste pas acquise du fait de l'accroissement des écarts de revenu qui peuvent en découler. Ainsi, il apparaît que la question du prix des engrais et de la fertilisation est un faux problème à Sidi-Bel-Abbès ; les agriculteurs privés n'en ayant jamais utilisé pour cette raison. De ce point de vue, l'agriculture socialiste, du fait de la péréquation temporelle et spatiale qui en était la base, pouvait être plus adaptée à une gestion de l'intensification en socialisant les risques de mauvaises récoltes.

La privatisation exige d'autres systèmes de garanties qui sont délicats à gérer dans un contexte climatique aussi irrégulier, et avec un contrôle des entreprises qui ne peut être que contractuel.

Une quatrième série d'observations concerne la différenciation sociale à l'œuvre en Algérie et les politiques de développement technique adaptées à mettre en œuvre pour en limiter les effets ; il est facile de réaliser, sur la base de l'exposé des deux exemples d'exploitations, les oppositions d'intérêt qui sont en train d'apparaître.

Dans les petites exploitations, le recours à la mécanisation va être rendu plus coûteux par la libéralisation générale de l'économie et des échanges extérieurs ; les cultures vont donc bénéficier de moins de soins, ce qui avantage considérablement l'orge et les productions animales par rapport au blé.

A l'inverse, les exploitations les plus importantes (d'origine familiale, ou reconstituées sur la base du démembrement des exploitations agricoles en commun, EAC, issues de la réforme de 1987) vont jouer un rôle moteur dans la production du blé (si les prix restent attractifs) du fait de l'importance, pour cette production, de la maîtrise des moyens de mécanisation (ceci n'exclut pas le rôle de l'élevage dans ces exploitations).

Il serait vain de s'opposer à cette dynamique sociale ; cependant, il apparaît important d'en tenir compte dans les politiques de développement technique et économique que l'on propose aux différents types d'exploitations agricoles, afin d'en tempérer les effets négatifs sur la répartition des revenus et l'orientation globale de la production agricole conforme aux priorités nationales. Il est, par exemple, essentiel que les petites et moyennes exploitations continuent à avoir accès aux travaux mécanisés, quels que soient les modes et les systèmes institutionnels retenus.

Références bibliographiques

Ait Amara H., Bessaoud O., 1986. Modèles techniques de production et crise de la céréaliculture en Algérie. *In : Céréales et produits céréaliers,* Montpellier, France, CIHEAM-IAMM, p. 85-91, n° spécial Options Méditerranéennes.

Ait Amara H., Bessaoud O., Kheffache Y., 1986. *Projet de développement de la céréaliculture et de l'élevage au niveau des petites et moyennes exploitations agricoles privées dans la wilaya de Tiaret.* Cheraga, Algérie, BNEDER, 29 p.

Assabah A., Benjaffar M., Brahim M., Bouasria B., Bouchier A., Bourbouze A., Boutonnet J.P., Lakdari A., Pluvinage J., Robin P., Sennour M., 1988. *Fonctionnement d'exploitations agricoles de la wilaya de Sidi-Bel-Abbès (1986-87).* Sidi-Bel-Abbès, Algérie, ITGC, Montpellier, France, INRA, 61 p.

Bedrani S., 1993. *Le secteur agricole et ses perspectives à l'horizon 2000.* Montpellier, France, CIHEAM-IAMM, 77 p.

Chaulet C., 1987. *La terre, les Frères et l'Argent.* Thèse (1984), université René Descartes, Paris, France, Alger, Algérie, ONPU, 1064 p.

Chehat F., Djenane A., Jouve A.M., 1993. *Les stratégies de mise en marché des céréales par les agriculteurs dans la région de Sétif.* Alger, Algérie, ENIAL, Montpellier, France, CIHEAM-IAMM, 193 p.

Codron J.M., 1979. *Autogestion et intensification céréalière en Algérie.* Thèse, université Montpellier I, Montpellier, France, 502 p.

Ministère de l'Agriculture, 1992. *Le secteur agricole et les perspectives de sa promotion et de son développement.* Rapport général de la Commission nationale consultative sur l'agriculture. Alger, Algérie, ministère de l'Agriculture, 205 p.

Pluvinage J., 1992. L'élevage en système cultivé semi-aride, un maillon essentiel de la reproduction des systèmes d'exploitation dans les plaines occidentales algériennes (Sidi-Bel-Abbès). *In :* Actes du symposium FEZ, Zaragoza, septembre 1992. Wageningen, Pays-Bas, Pudoc (à paraître).

Pluvinage J., Boutonnet J.P., Bendjeffal A., Bouasria B., Bourbouze A., Sekkal M., Sennour M., 1991. *Rapport de synthèse sur l'évolution des exploitations agricoles de la wilaya de Sidi-Bel-Abbès et leur environnement, 1987-91.* Sidi-Bel-Abbès, Algérie, ITGC, Montpellier, France, INRA, 92 p.

La notion de système rural localisé : un outil pour les politiques régionales

Pernet François ; Langlet Alain ; Lardon Sylvie ; Triboulet Pierre
INRA-SAD de Toulouse, BP 27, Auzeville, 31326 Castanet-Tolosan cedex, France

Résumé
L'efficacité des politiques est fonction de leur adéquation aux conditions réelles des lieux où elles s'appliquent. La notion de système rural localisé permet de rendre compte des fonctionnements spécifiques des différents types d'espaces ruraux observables. Ces fonctionnements articulent les processus et les stratégies qui commandent les dynamiques de transformation des espaces ruraux, d'une part, et les capacités d'initiative potentielles des sociétés qui habitent et qui gèrent ces espaces, d'autre part.

Mots clés
Politique régionale, initiative locale, modèle spatial, système rural, cartographie, statistique.

Abstract
Concept of a Local Rural System : A Tool for Regional Policies.
The effectiveness of regional policies depends on their appropriateness for the actual regional situation. The concept of a local rural system can be used as a tool to identify the machinery that drives different types of rural area. This machinery links the processes and strategies responsible for both the transformation of rural spaces, and the potential capacities for enterprise of the communities living in, and managing these areas.

L'espace rural se différencie

Chacun peut faire ce constat : une politique nationale ne produit pas des effets identiques en chaque point du territoire. Par suite, la bonne exécution d'une politique est tributaire des conditions locales de son exécution. Or les espaces ruraux sont divers et leurs différences vont en s'accentuant. Résultat de processus de transformation des espaces ruraux, elles traduisent, dans chaque type d'espace, des fonctionnements différents. Nous devons rendre compte de ces transformations et de ces fonctionnements, d'abord pour expliquer la variabilité des effets qu'un même processus, ou une même mesure de politique, peut entraîner dans les différents espaces ruraux concernés, mais aussi pour identifier des politiques réellement appropriées à chaque espace particulier.

Pour progresser dans ce sens, nous utilisons la notion de système rural localisé. Elle dérive des analyses menées en économie industrielle sur les systèmes productifs locaux et dont un ouvrage collectif récent (Benko et Lipietz, 1992) donne une vue synthétique.

La notion de système rural localisé

Pour l'essentiel, les processus de transformation des espaces ruraux comportent deux grands ensembles de facteurs :
- ceux qui rendent compte des modalités d'intégration de chacun de ces espaces au système économique et social d'ensemble, par les filières de production, les marchés, les dispositifs d'encadrement administratifs et politiques... ;
- ceux qui rendent compte, dans une perspective historique, des caractéristiques écologiques et sociales propres à chaque espace.

De la variabilité des combinaisons de ces différents facteurs, internes et externes, découlent des logiques de fonctionnement qui se répartissent différemment dans l'espace : ce qui peut être vrai en général peut ne pas l'être de tel espace particulier.

Il ne s'agit pas de dissocier des facteurs endogènes et des facteurs exogènes pour déboucher sur l'opposition entre développement "par en haut" et développement "par en bas" : il s'agit seulement de distinguer ces facteurs, pour mieux voir comment, en chaque point du territoire, leur combinaison transforme les espaces ruraux.

Ainsi, notre question est-elle double. Elle invite à mener simultanément des approches globales et locales, d'une part, et des approches en termes de processus de développement

économique et social et en termes d'analyse spatiale de l'impact global de ces processus, d'autre part. Cet impact peut, dans un premier temps, être repéré rapidement grâce à des analyses statistiques et cartographiques.

- Les modalités d'intégration d'un espace donné sont structurées par quelques grandes dynamiques issues du fonctionnement économique et social global.
  On retient, notamment, trois de ces dynamiques de transformation :
  – la concentration et l'industrialisation de l'agriculture qui se relocalise dans des bassins de production spécialisés, laissant ailleurs une agriculture en quête de nouvelles fonctions à assurer afin de mieux justifier ses emplois ;
  – l'expansion urbaine dans l'environnement rural proche, espaces ruraux périurbains, ou éloignés, zones d'industrialisation diffuse en milieu rural et sites touristiques ;
  – la polarisation et la marginalisation des espaces restants.

  Ces dynamiques marquent en profondeur le territoire national où l'on reconnaît aisément ces trois types d'espaces. Elles s'appliquent avec des intensités variables d'un endroit à l'autre. Ici leurs effets peuvent se superposer dans un même espace, là elles peuvent être trop faibles encore pour qu'on puisse les repérer. Elles dessinent ainsi des espaces qui changent selon l'échelle à laquelle on les examine, des espaces dont les contours géographiques sont flous, même si leur logique de fonctionnement apparaît clairement, ou, au contraire, des espaces en suspens entre plusieurs devenirs possibles.

  Ainsi, la seule analyse des grandes dynamiques de transformation des espaces ruraux fournit un cadre utile de compréhension mais sa capacité explicative est insuffisante pour rendre compte de l'hétérogénéité du territoire : nous devons articuler des tendances globales et des spécificités locales à des niveaux suffisamment fins pour être opérationnels.
- On ne peut alors se contenter d'une approche en termes d'espaces ruraux : l'espace rural est habité, il est géré par une société rurale, celle-ci se démultiplie en autant de sociétés locales qu'il y a d'espaces ruraux particuliers. Ces sociétés locales sont à la fois le sujet et l'objet des dynamiques de transformation de leur propre espace : elles sont un point de passage obligé de ces processus de transformation.
  Elles peuvent les subir ou, au contraire, les infléchir, les contourner ou les amplifier : elles peuvent mener des politiques dites locales, qui sont en fait des politiques de maîtrise des conditions de leur intégration dans des ensembles économiques et sociaux plus vastes.
  Elles ont ainsi, potentiellement, une marge de manœuvre, une capacité d'initiative, qui génère un deuxième mode de transformation de leurs espaces qui s'articule avec celui que produisent les dynamiques régionales. Cette superposition permet de comprendre la variabilité des effets produits par tel processus ou telle mesure dans différents espaces ruraux. Variabilité qui n'est ni le résultat du hasard, ni celui d'une analyse erronée : cette indétermination, cette imprévisibilité est le résultat logique de cette capacité d'initiative potentielle des sociétés locales.

  Ainsi, parallèlement aux ensembles spatiaux définis par les influences des grandes dynamiques de transformation des espaces ruraux, la prise en compte des sociétés locales, suivant qu'elles exercent ou non leurs capacités d'initiative, conduit à différencier des sous-ensembles d'importance variable : ceux dans lesquels la société locale est active et ceux qui sont marqués par le seul effet des dynamiques régionales.
- Ces dynamiques vont se manifester, dans un lieu donné, par une série de processus et de décisions qui s'organisent à des niveaux et à des échelles spatiales différents (la stratégie d'un grand groupe, la politique d'un conseil régional...). Leur cheminement n'est pas linéaire : il y a des effets de seuil, des effets en retour. Pour comprendre comment une dynamique globale de transformation vient se localiser dans un espace donné, il faut identifier les nœuds les plus stratégiques de ce cheminement.
  Parmi ceux-ci, nous faisons le choix de privilégier l'analyse de l'articulation entre ces deux ensembles de facteurs et de processus : dynamiques globales, d'une part, et capacités des sociétés locales, d'autre part. L'interface entre ces deux ensembles constitue, parmi d'autres sans doute, un niveau d'organisation privilégié pour rendre compte des transformations et des différenciations des espaces ruraux.
  C'est cette interface que nous appelons système rural localisé. Celui-ci comprend, dans un espace donné, une population, les activités qu'elle gère, dans et à partir d'un milieu naturel et social, historiquement construit. Il comprend aussi et simultanément les relations et les processus par lesquels se fait l'intégration de cet espace dans des ensembles plus larges et par lesquels se transmettent et se localisent les dynamiques de transformation issues du système économique et social d'ensemble.
  L'intérêt de cette notion est de donner aux espaces ruraux un contenu organisé qui rend compte simultanément des aspects régionaux et locaux, sectoriels et territoriaux. Elle permet d'éclairer la manière dont chaque espace rural s'individualise par rapport aux autres tout en restant compris dans un contexte global commun. Elle permet de rendre compte de la manière dont s'organisent dans un lieu donné les dynamiques qui structurent le monde rural, et montre les différentes formes dans lesquelles le fonctionnement économique et social vient se concrétiser dans les différents types d'espaces ruraux.
  Ce particularisme des lieux ne remet pas en cause leur insertion dans des ensembles régionaux plus vastes, mais il donne à cette insertion une spécificité faite d'atouts et de contraintes dont il est possible de jouer pour atteindre une meilleure maîtrise du développement local et régional.

Comment identifier ces systèmes ruraux localisés ?

On ne peut compter ici sur une simple approche monographique. Il ne s'agit pas, dans une problématique qui change d'un auteur à l'autre, d'étudier tel lieu pour éclairer ce qui fait sa singularité. Il s'agit, au contraire, d'arriver à préciser

ce qui caractérise tel espace relativement aux autres, et ce dans un ensemble suffisamment large pour que l'impact des dynamiques globales soit bien repérable. (Ainsi, par exemple, l'impact de l'agglomération toulousaine sur l'espace midi-pyrénéen s'apprécie à l'échelle de la région de programme, et non au seul département de la Haute-Garonne.) C'est à cette condition que l'on peut cumuler ce que l'on sait dans chaque espace particulier, dans une compréhension d'ensemble du monde rural.

La méthode d'identification

Si un ensemble socio-spatial donné relève d'une logique de fonctionnement qui le différencie des ensembles qui l'environnent, cela doit se marquer spatialement. Si une structuration spatiale est visible, elle doit révéler les fonctionnements qui l'ont produite.

C'est du moins l'hypothèse que nous prenons dans ce travail en étudiant la projection spatiale d'indicateurs statistiques pour toutes les communes de la région Midi-Pyrénées (Lardon *et al.*, 1993). Ces indicateurs sont issus des derniers recensements de la population et de l'agriculture susceptibles de mettre en évidence les trois dynamiques de transformation précédemment énoncées et constituant un cadrage au sein duquel s'expriment les capacités d'initiative locales.

La répartition spatiale est référée à une formalisation a priori de modèles spatiaux qui ont une interprétation fonctionnelle (Deffontaines *et al.*, 1990) : le modèle concentrique présente de fortes valeurs en son centre, qui diminuent selon un gradient vers la périphérie. Il marque un pôle d'attraction et son rayonnement. Le modèle axial est déformé le long d'un axe qui draine les flux. Le modèle en zone homogène est constitué de valeurs uniformément réparties. Il montre une cohérence interne avec des relations de proximité. Le modèle en mosaïque combine une diversité de valeurs, signe d'interactions différentes : indépendance, concurrence ou complémentarité.

Ainsi, nous ne cherchons pas à identifier directement les systèmes ruraux localisés, mais à repérer cartographiquement la marque spatiale produite par leur fonctionnement, le reflet, en quelque sorte, des résultantes de ce fonctionnement. A défaut d'obtenir directement la description des différents systèmes ruraux localisés qui composent une région donnée, nous obtenons donc la représentation cartographique d'ensembles spatiaux contrastés qui sont en relation avec un fonctionnement économique et social particulier, et dont nous supposons qu'ils sont la localisation, qu'ils délimitent la zone d'influence des systèmes ruraux localisés que nous recherchons.

Les ensembles spatiaux contrastés

Les ensembles spatiaux contrastés issus du traitement des données démographiques soulignent la structuration de l'ensemble régional midi-pyrénéen en bassins d'emploi reliés à la capitale régionale, tandis que, dans les départements plus ruraux, les chefs-lieux se fondent dans leur environnement rural. A partir d'une approche différente, Schmitt (1993) confirme ces résultats.

Les 18 ensembles spatiaux obtenus à partir du traitement des données agricoles (figures 1 et 2) font apparaître le poids du Gers et de l'Aveyron, qui regroupent environ 45 % des capacités productives de l'agriculture régionale. A l'opposé, les agricultures de montagne ou périurbaines surreprésentent les exploitations de faibles dimensions économiques et les exploitants âgés et, ou, pluriactifs.

L'espace régional est ainsi fortement différencié sous l'effet de trois effets majeurs :

- l'effet d'urbanisation se marque autour des agglomérations de Toulouse, Albi et Castres et le long des axes de communication au nord et au sud de Toulouse, vers Tarbes et vers l'Espagne (figure 2, zones 4, 6, 9, 11, 16) ;
- l'action ancienne des organisations professionnelles agricoles est sensible et se superpose assez bien avec les limites des départements les plus agricoles et avec les bassins agricoles spécialisés (zones 1, 2, 3, 7, 8, 18) ; cela constitue des zones homogènes où sont surreprésentés les exploitants plutôt jeunes, à plein temps sur leurs exploitations, bien insérés dans les structures professionnelles ;
- l'effet du milieu est sensible dans les Pyrénées (zones 12, 13, 14, 17) ; les mosaïques présentent davantage d'exploitants âgés, plus fréquemment pluriactifs, ayant des exploitations de faibles dimensions ; les zones touristiques ont des caractéristiques similaires aux zones périurbaines ;
- le double effet d'une agriculture dynamique et d'une relative proximité urbaine se combine dans les zones intermédiaires (zones 5, 10, 15).

Cette description rapide des ensembles spatiaux obtenus suggère qu'ils relèvent bien de fonctionnements relativement cohérents et différenciés les uns des autres, et qu'ils connaissent des problèmes de développement spécifiques. C'est ce résultat qu'il convient d'approfondir, en tenant compte des questions qu'il permet de soulever.

Des ensembles spatiaux contrastés aux systèmes ruraux localisés

Identifiés à partir d'analyses de données, ces ensembles spatiaux peuvent être décrits par les variables décrivant les communes qui les constituent.

Une sélection succincte de celles-ci (tableau I) montre qu'elles s'organisent en groupes caractéristiques de questions de développement, et que ces groupes évoluent différemment selon les types de zones. Dans celles à dominante agricole, un pourcentage élevé d'exploitants à temps plein coïncide avec un pourcentage élevé d'exploitants jeunes et un plus faible taux de diminution du nombre d'exploitations. En zone de montagne, les mêmes caractéristiques ont des valeurs symétriquement inverses. De même, les zones ayant les plus fortes diminutions du nombre d'exploitations sont souvent celles où sont surreprésentées les exploitations de petites dimensions, les exploitants âgés et les pluriactifs.

La description statistique de ces zones met ainsi en évidence des cohérences qui sont significatives de fonctionnements économiques et sociaux relativement différents les uns des autres. C'est à partir de ces cohérences qu'il est possible de montrer comment les réalités économiques et sociales font système et permettent d'expliciter un fonctionnement qui leur est spécifique.

On reconnaît ainsi des systèmes ruraux dans lesquels le périurbain est attractif ou non, où l'agriculture est domi-

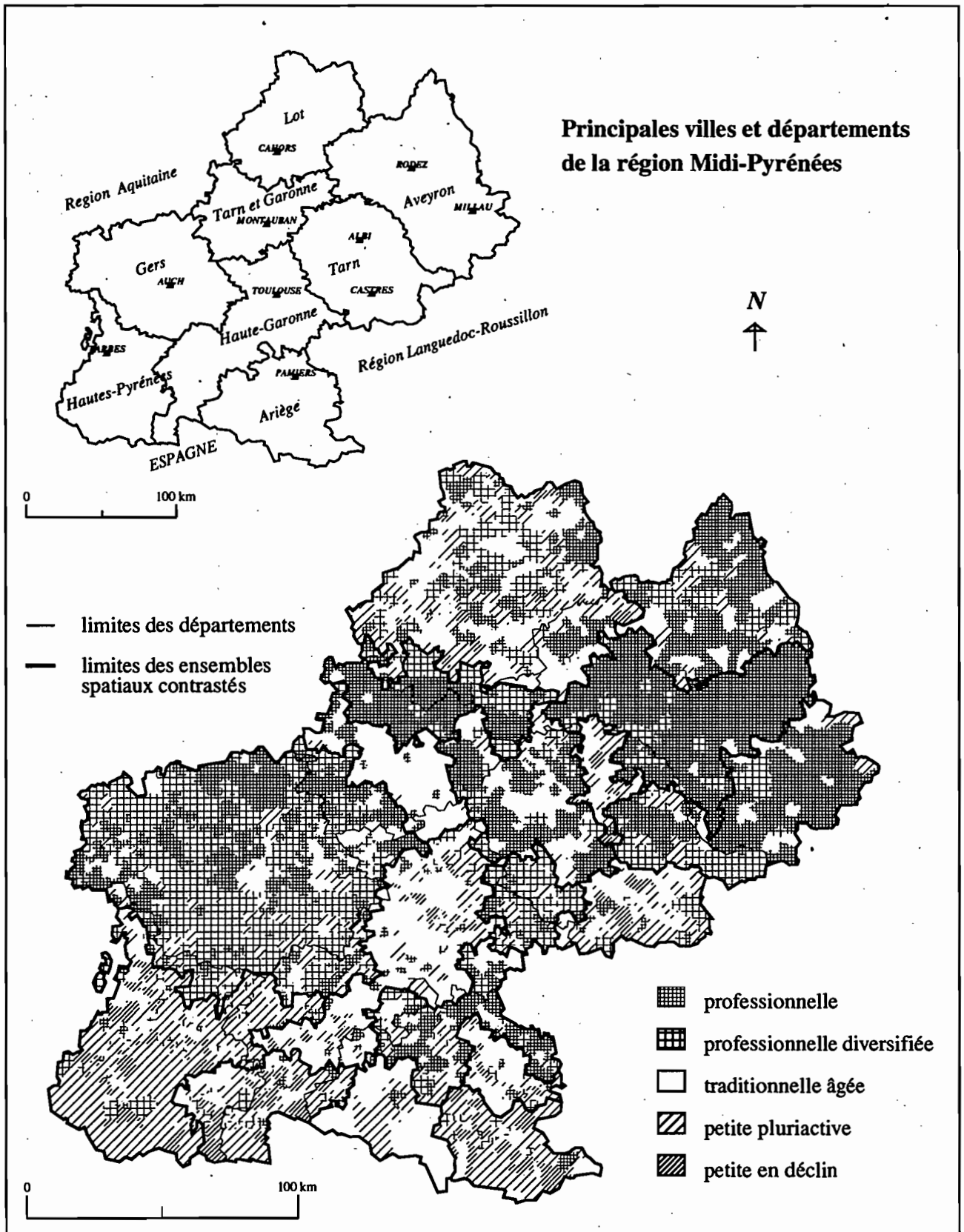


Figure 1. *Classification des communes sur données agricoles dans la région Midi-Pyrénées.*

nante ou accompagnée d'une forte activité touristique, où l'espace est fortement polarisé.

On peut alors caractériser chaque système rural localisé par des dynamiques, positives ou négatives, et par les principaux problèmes de développement susceptibles de se poser : concurrences dans l'usage des sols ou abandon des activités, emplois ou dépopulation, valorisation des potentialités, revitalisation du tissu social...

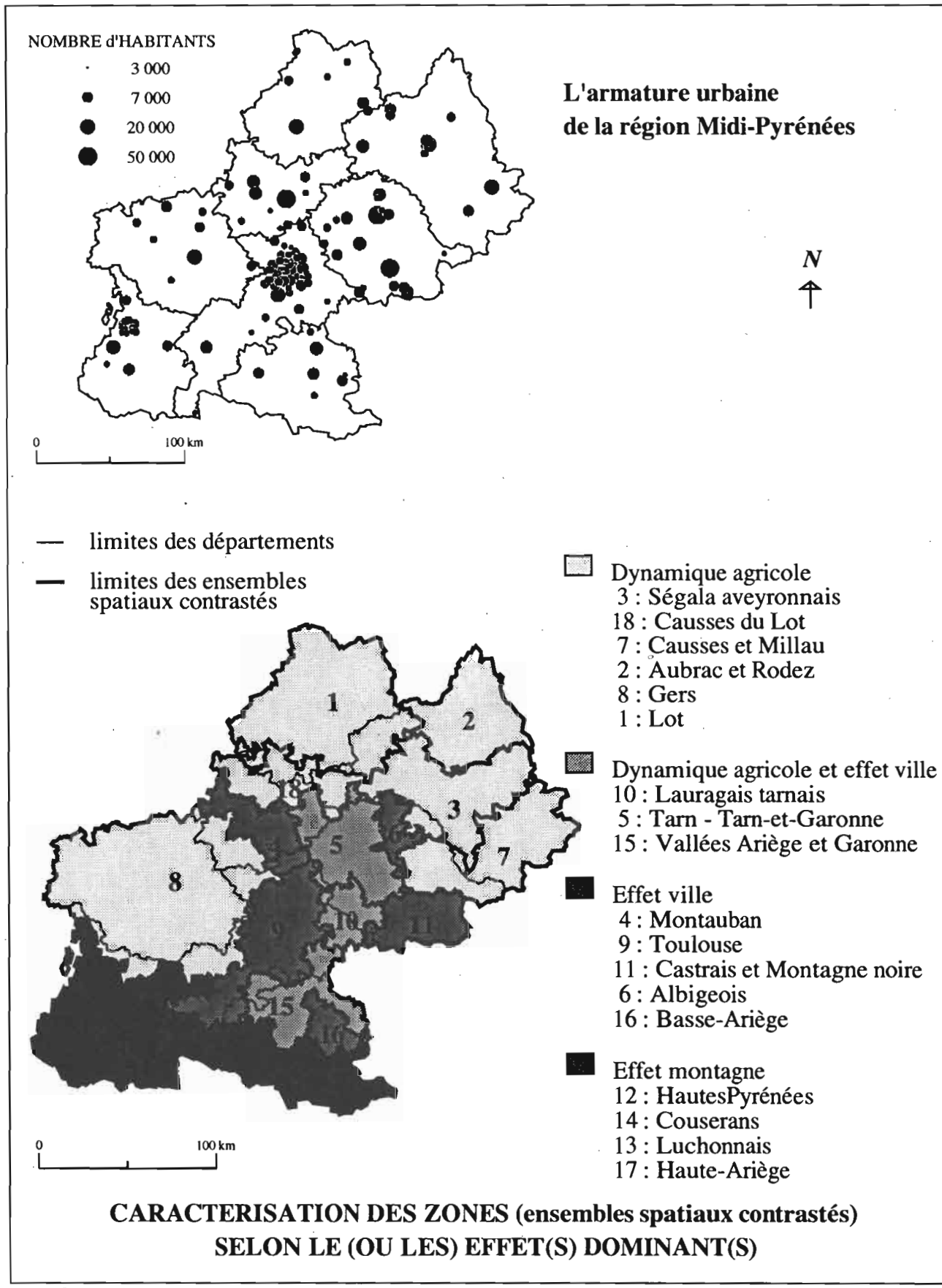


Figure 2. *Les effets différenciés de la dynamique agricole en Midi-Pyrénées.*

L'identification des systèmes ruraux procède ainsi d'une construction progressive de l'espace qui part d'un cadrage statistique construit à partir des différences caractérisant chaque espace, et qui intègre, ensuite, des éléments qualitatifs de fonctionnement.

Tableau I. Caractéristiques des ensembles spatiaux agricoles (en pourcentage du nombre d'exploitations ou de chefs d'exploitation, RGA 1979 et 1988).

Zone	TPA	EXT	INFA	PETIT	GROS	VIEU	JEU	VAREX
Zones agricoles								
3	67	25	19	17	43	47	20	-14
18	62	27	25	19	45	50	18	-14
7	58	27	30	25	39	50	18	-20
2	61	28	26	27	25	51	15	-12
8	52	31	33	16	47	55	14	-14
1	44	35	38	34	25	58	12	-18
Zones intermédiaires								
10	42	36	42	17	49	55	12	-12
5	53	32	35	24	43	56	12	-14
15	51	29	36	28	38	51	15	-11
Zones périurbaines								
4	49	31	41	29	37	60	10	-19
9	41	35	48	35	32	68	8	-16
11	39	38	52	43	26	58	12	-9
6	33	31	53	43	23	65	9	-18
16	33	36	55	45	19	65	10	-24
Zones de montagne								
12	27	36	52	41	16	60	10	-17
14	42	33	37	49	11	60	12	-27
13	29	37	46	49	9	62	11	-21
17	24	38	59	65	8	60	14	-39

TPA : activité agricole à temps plein ; EXT : activité extérieure ; INFA : moins d'1 UTA ; PETIT : moins de 4 UDE ; GROS : plus de 16 UDE ; VIEU : chef d'exploitation de plus de 60 ans ; JEU : chef d'exploitation de moins de 35 ans ; VAREX : taux de variation du nombre d'exploitations.

Discussion des résultats

La méthode utilisée conduit à une partition de tout l'espace régional. Or nous ne pouvons affirmer que les systèmes ruraux localisés susceptibles d'être identifiés recouvrent tout cet espace. Des espaces en transition, des espaces en suspens entre des évolutions commandées par des dynamiques différentes peuvent s'interposer entre des zones structurées par des systèmes ruraux clairement identifiés.

Le découpage géographique obtenu, un moment nécessaire de la démarche, ne vaut pas identification des systèmes ruraux recherchés ; il n'est qu'un ordre de grandeur de leur influence spatiale. Il indique que dans telle zone tout ou partie seulement des communes relève d'un même fonctionnement.

Par construction, ces ensembles reflètent la résultante d'un fonctionnement complexe qui articule, sans les identifier distinctement, des dynamiques régionales et des dynamiques locales qui se développent à des échelles spatiales différentes et qui s'expriment selon des intensités variables. Ils constituent cependant une base qui permet de "remonter" à leur logique de fonctionnement et d'en rendre compte.

Les statistiques disponibles rendent mieux compte des tendances lourdes qui structurent le cadre global dans lequel peuvent se différencier les conditions locales d'exercice des activités et se développer les capacités d'initiative et de gestion des sociétés locales. Nous ne pouvons affirmer que l'effet spécifique du local se superpose, est à la même échelle que les ensembles spatiaux obtenus.

Notre démarche doit donc être complétée par des analyses plus fines et approfondies, sur des espaces plus restreints, menées de l'intérieur du système supposé, et en liaison avec ses principaux acteurs. On parvient ainsi à une compréhension des logiques de fonctionnement qui prend en compte des données et des processus qui ne sont pas visibles depuis la grande région, mais qui éclairent puissamment la réalité d'un système rural.

Conclusion

Si à un système rural donné correspond un fonctionnement spécifique, à chaque système ne peut correspondre, pour un projet clairement défini, qu'une politique réellement adaptée. L'efficacité d'une politique ne dépend pas seulement de la qualité des diagnostics et des objectifs poursuivis, mais aussi des conditions locales de son exécution. La meilleure connaissance des systèmes ruraux est ainsi un facteur d'efficacité des politiques dans la mesure où elle fournit une grille de lecture pour mobiliser les documentations statistiques et bibliographiques nécessaires à leur instruction.

On ne rend compte ici que de la manière dont les différents modes d'articulation entre dynamiques régionales et dynamiques locales construisent les espaces ruraux. Cependant, lorsque l'on passe des "espaces polarisés" aux "espaces Plan" de F. Perroux (1963), c'est-à-dire lorsque l'on pose la question des politiques de développement qu'il faudrait mener, on passe à un autre mode de construction des espaces ruraux, celui de ceux qui défendent un projet de société pour ces espaces.

Références bibliographiques

Benko G., Lipietz A., (sous la direction de), 1992. *Les régions qui gagnent. Districts et réseaux, les nouveaux paradigmes de la géographie économique.* Paris, France, PUF, coll. L'économie en liberté, 424 p.

Deffontaines J.P., Cheylan J.P., Lardon S., 1990. Gestion de l'espace rural, des pratiques aux modèles. *Mappemonde,* 4, 48 p.

Lardon S., Triboulet P., Schott M.C., 1993. *Différenciations des espaces ruraux de Midi-Pyrénées : de l'observation d'espaces ruraux diversifiés à la reconnaissance de systèmes ruraux localisés.* Plaquette accompagnant la démonstration informatique présentée au SITEF de Toulouse, 19-23 octobre 1993, 39 p.

Perroux F., 1963. *Economie et Société.* Paris, France, PUF.

Schmitt B., 1993. Structuration spatiale et développement économique des espaces ruraux. *In :* 39e colloque de Science régionale de langue française, Tours, France, 21 p.

Systèmes agraires et politiques agricoles

Dufumier Marc
Institut national agronomique Paris Grignon (INA-PG), 16, rue Claude Bernard, 75231 Paris, France

Résumé

Les politiques agricoles ont pour objectif que les exploitants mettent en œuvre les systèmes de production les plus conformes à l'intérêt général, en profitant au mieux des "avantages comparatifs" de leurs régions respectives. Pour ce faire, le recours au concept de système agraire permet de prendre en compte la complexité des interactions entre les phénomènes écologiques, techniques et socio-économiques qui président à l'évolution de l'agriculture du pays concerné, de repérer quels peuvent être dans chaque région les systèmes de production agricole les plus avantageux pour la collectivité nationale, de concevoir les conditions socio-économiques à réaliser pour que les différentes catégories d'exploitants aient intérêt à les mettre en œuvre et qu'ils en aient les moyens.

Mots clés

Politique agricole, système agraire, système de production, avantage comparatif, coût d'opportunité, développement agricole.

Abstract

Rural Systems and Agricultural Policies

Agricultural policies are intended to help farmers maintain farming systems that are best adapted to the needs of all actors and to the regional context. A rural systems approach takes account of the complex interactions between the ecological, technical, and socioeconomic phenomena that determine agricultural trends in a given country; identifies the best adapted farming systems at national level; identifies socioeconomic conditions attractive and accessible to different categories of farmer.

Comprendre les réalités agraires pour infléchir le développement agricole

Une politique agricole se présente comme un ensemble d'interventions étatiques destinées à infléchir le développement de l'agriculture d'un pays en conformité avec les objectifs de la politique économique et sociale du gouvernement concerné. La question essentielle est de faire en sorte que les diverses catégories d'exploitants mettent effectivement en œuvre les systèmes de production agricole les plus conformes à l'intérêt général, compte tenu des différentes fonctions que doit assumer l'agriculture pour satisfaire les besoins de la société et des contraintes économiques auxquelles cette dernière ne peut guère échapper.

Les gouvernements doivent établir des priorités entre les multiples rôles que peut jouer l'agriculture dans le développement économique et social de leurs pays respectifs, à savoir principalement :

- produire des biens alimentaires pour les différentes catégories de consommateurs, urbains et ruraux ;
- fournir aux autres secteurs d'activité les matières premières d'origine agricole dont ils peuvent avoir besoin ;
- apporter à ces mêmes secteurs les capitaux qui leur sont nécessaires pour investir et étendre leurs activités (capitaux en monnaie nationale ou devises étrangères) ;
- créer des emplois productifs et rémunérateurs, et limiter éventuellement l'exode rural ;
- élargir le marché intérieur pour les différentes branches de l'économie ;
- préserver les potentialités productives de l'environnement écologique et créer un cadre de vie satisfaisant pour les populations rurales et urbaines (Timmer *et al.*, 1983 ; Dufumier, 1986).

Les arbitrages gouvernementaux doivent tenir compte des avantages relatifs dont dispose chacun des pays sur le marché international : potentialités écologiques, disponibilités en ressources matérielles, humaines et financières, état des infrastructures, proximité de certains marchés, etc. De même doivent-ils nécessairement prendre en compte les contraintes macro-économiques auxquelles les Etats sont habituellement confrontés : équilibre de la balance des paiements, financement du budget de l'Etat, adéquation entre les capacités productives et la propension à consommer, etc.

La difficulté principale consiste à concevoir les nouvelles conditions agro-écologiques et socio-économiques à créer pour que les différents types d'exploitants aient les moyens de mettre en œuvre les systèmes de production les plus conformes à l'intérêt général et qu'ils en aient eux-mêmes l'intérêt. Cela suppose une connaissance relativement fine des éléments agro-écologiques et socio-économiques sur lesquels il convient d'intervenir prioritairement pour modifier le comportement des agriculteurs et le devenir de leurs systèmes de production.

Trop nombreuses sont encore malheureusement les politiques agricoles qui ne parviennent pas aux résultats espérés parce que leur définition repose sur des hypothèses (implicites ou explicites) fort éloignées des conditions réelles du développement économique et social qu'elles prétendent infléchir. Ainsi en est-il souvent des hypothèses relatives aux "avantages comparatifs" des divers pays et régions agricoles, à la mobilité et à la substituabilité éventuelles des "facteurs de production" engagés dans l'agriculture, aux possibilités effectives d'obtenir des économies d'échelle dans des exploitations spécialisées ou de grande taille, aux réactions des agriculteurs et aux modifications de leurs comportements face aux diverses interventions étatiques. Force nous est de reconnaître, en effet, que les décideurs ne savent pas toujours apprécier la complexité des situations agraires sur lesquelles ils se proposent d'intervenir, faute de disposer des concepts adéquats pour ce faire.

L'expérience montre qu'il importe généralement de mieux identifier et hiérarchiser les éléments agro-écologiques et socio-économiques qui conditionnent conjointement le choix des productions agricoles et l'évolution des techniques. L'analyse des réalités agraires en termes de systèmes devrait précisément aider à mettre en évidence leurs multiples interactions. Mazoyer (1987) nous invite à concevoir chaque système agraire comme "*une combinaison caractéristique de variables essentielles*", à savoir :

- "*le milieu cultivé* (...) ;
- *les instruments de production et la force de travail sociale (physique et intellectuelle) qui les met en œuvre ;*
- *le mode d'artificialisation du milieu qui en résulte* (...) ;
- *la division sociale du travail entre agriculture, artisanat et industrie* (...) ;
- *le surplus agricole, qui, au-delà des besoins des producteurs agricoles, permet de satisfaire les besoins des autres groupes sociaux ;*
- *les rapports d'échange entre ces branches associées, les rapports de propriété et les rapports de force qui règlent la répartition des produits du travail, des biens de production et des biens de consommation* (...) ;
- *l'ensemble des idées et des institutions qui permettent d'assurer la reproduction sociale* (...)".

Ce recours au concept de système agraire nous permet alors de comprendre comment les divers écosystèmes sont amenés à évoluer sous l'effet des techniques de culture et d'élevage, elles-mêmes conditionnées par les rapports de production et d'échange en vigueur dans la société (Ghai *et al.*, 1979).

L'important est de pouvoir comprendre en quoi les systèmes de production agricole pratiqués dans les diverses régions par des exploitants en concurrence sur un même marché mondial ont été (et sont encore) amenés à se modifier. Notre compréhension du développement agricole "*doit s'appuyer sur l'étude comparée des systèmes agraires, de leurs transformations et de leurs différenciations*". (Mazoyer, 1979).

Apprécier les avantages comparatifs des diverses régions

La nécessité d'une telle étude apparaît évidente lorsqu'il nous faut apprécier les avantages relatifs des différents pays sur le marché international des produits agricoles. On sait que de nombreuses nations actuellement soumises à des plans d'ajustement structurel sont "invitées" à modifier leurs politiques économiques de façon à permettre une spécialisation croissante de leurs agricultures respectives en fonction des avantages comparatifs dont disposerait chacune d'elles sur le marché mondial (Griffon, 1988 ; Guillaumont, 1993 ; Morisson, 1992).

Mais la difficulté est de pouvoir identifier quelles sont précisément les productions et techniques agricoles les plus à même de contribuer à l'accroissement du Revenu national net dans chacune des régions des pays concernés, compte tenu de la rareté relative des ressources engagées dans les processus de production, des rendements que l'on peut espérer obtenir, et de la valeur procurée par chacun des produits à la collectivité. La Banque mondiale et l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) proposent, pour ce faire, de calculer les Bénéfices économiques nets (BEN) obtenus par la nation lorsque sont mis en œuvre les divers systèmes de production (et de commercialisation) alternatifs (FAO, 1991 ; Winter-Nelson, 1992). La valeur de chacun des produits et ressources susceptibles de faire l'objet de transactions internationales (*tradable goods*) est estimée à son prix frontière (prix *free on board* ou coûts-assurances-fret) de façon à bien mesurer les gains engendrés par les suppléments d'exportations ou les moindres importations et les pertes de pouvoir d'achat occasionnées par les accroissements d'importations ou les diminutions d'exportations. Les prix de référence des ressources intérieures ne pouvant pas faire l'objet de transactions internationales (*non tradable resources :* force de travail, terres, etc.) doivent être estimés au plus près de leurs coûts d'opportunité pour la collectivité, dans la mesure où il convient d'apprécier les pertes de production et de pouvoir d'achat qui résultent du fait que ces mêmes ressources employées dans les systèmes de production dont on évalue la rentabilité ne peuvent plus être utilisées ailleurs. Ces coûts d'opportunité peuvent être très différents des prix observés sur les marchés intérieurs du fait que les conditions économiques et sociales en vigueur sont souvent très éloignées de celles qui permettraient une concurrence parfaite (conditions dans lesquelles serait vérifiée l'équation : coût d'opportunité = prix du marché = rendement marginal).

Les avantages relatifs de chacun des systèmes de production et de commercialisation, existants ou envisageables dans les diverses régions d'un même pays, dépendent étroitement de ces coûts d'opportunité. Il apparaît en effet plus

avantageux, pour une collectivité, d'assurer le plein emploi de ressources intérieures jusqu'alors sous-utilisées, plutôt que de recourir à l'achat de ressources ou produits importés. L'essentiel est de pouvoir comparer les divers systèmes de production et de commercialisation en évaluant les coûts engendrés par leurs mises en œuvre respectives pour procurer une même quantité de devises supplémentaires à la nation. Pour ce faire, on calcule le coefficient de coûts en ressources internes (CRI), égal au ratio de la valeur de l'ensemble des ressources intérieures (évaluées à leur coût d'opportunité) sur la valeur ajoutée totale procurée par le système de production (valeur ajoutée calculée en estimant les produits et ressources pouvant faire l'objet de transactions internationales à leurs prix frontière)

$$CRI = \frac{\Sigma r\,(Pr \times Qr)}{Pp - \Sigma i\, Pi \times Ai} =$$

$$\frac{\textit{Coût en ressources internes pour une unité de produit}}{\textit{Valeur ajoutée dans une unité du produit}}$$

avec

Pr = prix de référence (coût d'opportunité) d'une unité de ressource interne r

Qr = quantité de la ressource interne r qui est nécessaire pour la production d'une unité de produit p

Pp = prix de référence d'une unité de produit p (prix frontière)

Pi = prix de référence (prix frontière) d'une unité d'intrant importé i

Ai = quantité de l'intrant i qui est nécessaire pour la production d'une unité de produit p

Ce coefficient permet de comparer l'avantage relatif de chacun des systèmes de production d'une même région ou d'un même pays.

Cette méthode d'évaluation inspirée de travaux réalisés dans les universités nord-américaines (Monte et Pearson, 1989 ; Tsakok, 1990 ; De Janvry et Sadoulet, 1992) présente un réel intérêt dans la mesure où elle devrait permettre d'apprécier quels sont les systèmes de production les plus avantageux dans chacune des régions (indépendamment des "distorsions" de prix qui résultent des inévitables interventions de l'Etat ou de l'existence éventuelle de monopoles) et de modifier en conséquence les systèmes d'incitation par les prix. Mais force est de reconnaître que l'application de cette méthode laisse souvent à désirer, faute d'une compréhension suffisante du fonctionnement des systèmes agraires dans lesquels les divers systèmes de production et de commercialisation sont pratiqués

La première difficulté réside dans l'appréciation des rendements que l'on est en droit d'espérer dans chacun des systèmes de production, alors même que le CRI peut être très sensible à cette variable (Hibou, 1992). Cette difficulté est accrue lorsque les exploitants combinent plusieurs systèmes de culture et d'élevage dans leurs exploitations et associent un grand nombre de cultures différentes dans les mêmes parcelles. Une telle situation est fréquente dans les petites et moyennes exploitations du tiers-monde dans lesquelles les agriculteurs s'efforcent d'accroître leurs revenus en assurant le plein emploi des ressources familiales disponibles (terres, force de travail) durant toutes les périodes de l'année (Dufumier, 1985). Les évaluateurs sont alors tentés de simplifier leurs calculs en ne tenant pas compte de la complexité des systèmes de production mis en œuvre et sous-estiment alors très souvent les rendements effectivement obtenus par les agriculteurs, en réduisant les systèmes de culture à de la simple monoculture et en négligeant les apports fourragers ou fertilisants que procurent les résidus de récolte. Ainsi en a-t-il été dans les études sur les avantages comparatifs de diverses cultures dans plusieurs régions du Burundi (SOGES et AIRD, 1991). Banane, manioc, haricot et café ont fait l'objet d'évaluations séparées sans tenir compte du fait que le haricot est essentiellement cultivé en association avec le manioc ou sous l'ombrage des bananeraies. De même, le mulching des plantations caféières réalisé avec l'apport des fanes de haricot et feuilles de bananier a-t-il été totalement ignoré, bien que les rendements en café dépendent pour l'essentiel de ces transferts de fertilité (Cochet, 1993). Les contraintes de rotations culturales sont, elles aussi, rarement prises en compte par les évaluateurs : ainsi a-t-on prétendu pouvoir mesurer les avantages relatifs du coton, en comparaison avec le sorgho, dans le Sud-Mali, en oubliant que ces deux plantes sont cultivées en rotation biennale pour utiliser au mieux leurs arrière-effets réciproques (Delgado, 1992).

Plus difficile encore est l'évaluation des coûts d'opportunité des ressources intérieures (terres, force de travail et capital) pour lesquels les simplifications sont fréquemment abusives, alors même que l'élasticité du CRI par rapport à ces variables est souvent très élevée (Hibou, 1992). L'attitude la plus générale consiste à leur affecter des grandeurs moyennes qui prennent globalement en compte les opportunités d'emploi alternatives, mais ignorent presque toujours leurs variations saisonnières ou aléatoires (SOGES et AIRD, 1991). Or ces dernières peuvent être très importantes en agriculture : le coût d'opportunité de la force de travail familiale peut ainsi varier considérablement, selon les périodes de l'année, dans les régions les plus densément peuplées du Burundi où la main-d'œuvre agricole paraît parfois pléthorique et sous-employée mais peut avoir épisodiquement un coût d'opportunité très élevé lorsque de nombreuses tâches doivent être exécutées de toute urgence avec des outils exclusivement manuels pendant les périodes de pointe de travail (Cochet, 1993).

Le drame est que les simplifications introduites dans l'évaluation des avantages comparatifs tendent à sous-estimer les performances réelles des systèmes de production complexes (qui permettent souvent le plein emploi des quelques ressources internes disponibles) et amènent fréquemment les décideurs à promouvoir des systèmes de production eux-mêmes trop simplifiés. Ainsi encourage-t-on encore trop souvent l'extension des plantations monospécifiques de caféiers dans de nombreuses régions du Burundi, au détriment des cultures de bananes, céréales et légumineuses, dont les calendriers de travaux sont pourtant complémentaires et sans lesquels les rendements en café ne pourraient guère rester les mêmes à long terme.

L'analyse des processus de production agricole en termes de systèmes permet par contre de mettre en évidence les difficultés et gaspillages que peut entraîner une spécialisation outrancière des exploitations dans la gestion des ressources

internes disponibles, par suite de l'accentuation du caractère saisonnier de leur emploi, et de démontrer au contraire les avantages comparatifs de nombreux systèmes de polyculture-élevage qui assurent un emploi plus régulier et continu de ces ressources, avec une pleine utilisation des sous-produits. Encore faut-il étudier, dans un certain nombre d'exploitations types, comment l'agriculteur affecte ses ressources entre les différents systèmes de culture et d'élevage qu'il prend soin d'associer, en identifiant leurs éventuelles complémentarités : emploi des pailles pour les litières, épandage du fumier pour les cultures, traction animale pour les labours, transferts de fertilité par le biais des déplacements et parcages d'animaux, etc. De même faut-il repérer les points de blocage et les goulets d'étranglement que doit affronter l'exploitant dans la gestion globale de son système : pointes de travail épisodiques, difficultés de stockage, déficit de trésorerie, déséquilibres fourragers périodiques, etc. (Capillon et Sebillote, 1980).

Mais, au-delà des processus techniques de production mis en œuvre par les agriculteurs et de leurs avantages respectifs pour la collectivité, il convient aussi de comprendre et prévoir comment les différentes catégories d'exploitants réagissent aux diverses interventions de politique agricole et transforment leurs systèmes productifs en conséquence.

Repérer les intérêts des différents types d'agriculteurs

La question n'est pas seulement de savoir quelles sont les activités et techniques agricoles les plus avantageuses pour la collectivité nationale, mais dans quelles circonstances les diverses catégories de producteurs pourraient les mettre effectivement en pratique. De toute évidence, les conditions écologiques ne sont pas les seules à être prises en compte lorsque les agriculteurs mettent en œuvre leurs systèmes de production. Les considérations économiques et sociales pèsent aussi d'un très grand poids dans leurs décisions, et il serait vain de promouvoir des spéculations ou des techniques qui ne répondent pas à leurs véritables intérêts ou pour lesquelles ils ne peuvent pas avoir accès aux moyens matériels et financiers correspondants.

Les diverses catégories de producteurs d'une même zone écologique peuvent avoir par ailleurs de bonnes raisons de pratiquer des systèmes de production différents selon la rareté relative des moyens dont elles disposent et les rapports de production et d'échange dans lesquelles elles opèrent. L'erreur serait de considérer les exploitants de chaque région comme un ensemble homogène dont les réponses aux mesures de politique agricole seraient uniformes. L'analyse-diagnostic des réalités agraires ne doit donc pas se limiter aux seules variations régionales ou spatiales de l'agriculture (zonages) mais intégrer aussi les mécanismes de différenciation économique et sociale (stratification et typologies).

Les éléments susceptibles de conditionner fortement le devenir des systèmes de production agricole peuvent être divers et nombreux : l'état actuel des écosystèmes (souvent déjà artificialisés), la rareté relative des ressources disponibles, les opportunités de travail à l'extérieur, les modes de tenure foncière, les modalités d'accès au crédit, les difficultés d'approvisionnement en intrants, les conditions de transport et de commercialisation, etc. La multiplicité des facteurs et conditions qui interfèrent dans le choix ou l'évolution des systèmes de production et la difficulté de les hiérarchiser a priori incitent fréquemment les experts et chercheurs à recourir aux analyses statistiques exploratoires du type "analyses en composantes principales" et "analyse factorielle de correspondances" dans l'espoir d'identifier très vite les combinaisons de critères interdépendants les plus discriminantes. (Escobar et Berdegue, 1990). Il est alors fait appel à des enquêtes de type statistique sur des échantillons relativement importants. Mais le fait de procéder rapidement à de grandes enquêtes sans avoir au préalable une idée précise des réalités que l'on souhaite apprécier ne permet pas toujours de bien prendre en considération les variables qualitatives et quantitatives dont on veut mesurer la fréquence ou la grandeur. Faute d'hypothèses suffisamment fondées sur le fonctionnement et l'évolution des réalités agraires à étudier, le recours prématuré aux méthodes statistiques d'analyse factorielle se révèle parfois décevant. La question se pose alors de savoir si l'analyse préalable des réalités agraires en termes de systèmes peut aider à construire progressivement ces hypothèses.

L'idée fondamentale est de porter son attention sur les interactions qui se manifestent entre phénomènes socio-économiques, techniques et écologiques en accordant une grande importance à leur filiation historique pour repérer les mécanismes de différenciation et les relations de causalité (Mazoyer, 1987). L'essentiel est de repérer les trajectoires d'évolution des exploitations et de s'interroger sur les modalités qui président à la diversification ou à la spécialisation des productions agricoles, en relation avec les mouvements d'accumulation du capital, les changements techniques, l'accroissement ou la diminution de la productivité du travail, etc. Il peut être alors utile de procéder par étapes successives et de construire progressivement les hypothèses explicatives en commençant à des niveaux de perception vastes et englobants (monde, pays, région, zone...) pour terminer à des niveaux plus petits et particuliers (exploitation, troupeau, parcelle...), en s'efforçant d'identifier au préalable les phénomènes que l'on pourra ensuite caractériser plus finement (Trebuil et Dufumier, 1990). Ainsi convient-il par exemple de pouvoir identifier les diverses catégories d'exploitants qui se sont différenciées et maintenues au cours de l'histoire récente, avant de vouloir caractériser précisément l'état actuel de leurs systèmes de production respectifs.

Il importe de repérer en quoi les divers types d'agriculteurs ont modifié leurs systèmes de production en fonction des changements intervenus dans leur environnement socio-économique et d'apprécier en quoi leurs intérêts différents dépendent finalement des conditions diverses dans lesquelles ils exercent leur profession.

Ainsi découvre-t-on que les exploitants trouvent d'autant plus d'intérêt à spécialiser leurs activités vers la fourniture de marchandises destinées à la vente que les rapports d'échange sont justes et stables, mais qu'ils peuvent avoir au contraire intérêt à produire une grande part des biens destinés à leur autoconsommation familiale lorsque les rapports d'échange sont très injustes et fluctuants. Les petits exploitants des mornes haïtiens dont les parents produisaient au-

trefois du café pour l'exportation et achetaient une part non négligeable de leur nourriture quotidienne (poisson séché, huiles et graisses...) s'efforcent par exemple de produire le maximum de vivres pour l'alimentation de leurs familles en ayant recours le moins possible aux achats d'intrants. Habitués depuis longtemps aux échanges marchands, mais soumis aux prélèvements erratiques des commerçants spéculateurs et usuriers, le petit paysan haïtien cherche désormais à se soustraire à ces échanges. Tant et si bien qu'il apparaît aujourd'hui difficile de promouvoir la production de café en Haïti sans revoir les conditions de sa commercialisation (Dufumier, 1988).

De même peut-on vérifier fréquemment que les exploitants n'ont intérêt à maximiser l'espérance mathématique de leurs productions ou de leurs revenus que lorsqu'ils travaillent dans des conditions de faible précarité. Les petits exploitants haïtiens qui ont été contraints de s'endetter et d'hypothéquer leurs terres n'ont par contre aucun intérêt à spécialiser leurs systèmes de production vers une seule activité dont les résultats peuvent être parfois élevés mais se révéler incertains du fait des aléas climatiques (sécheresses, cyclones...) et des fluctuations de prix. Le risque de n'obtenir accidentellement que des résultats insuffisants pour subvenir aux besoins familiaux pourrait mettre fin à leur condition d'exploitant agricole. Aussi pratiquent-ils volontiers des systèmes de cultures associées dans lesquels la multiplicité des espèces ou variétés ne permet peut-être pas d'obtenir d'excellents résultats mais contribue à réduire les risques de très mauvaises récoltes, toutes les plantes n'étant pas affectées de la même façon par les fluctuations du climat et des prix. On comprend qu'il est alors difficile pour l'Etat de promouvoir des systèmes de production spécialisés en fonction des avantages écologiques de chacune des régions tant que les paysans restent en état de grande dépendance économique et financière (Dufumier, 1988 ; Mazoyer, 1984).

On ne doit pas oublier non plus que les producteurs peuvent avoir intérêt à valoriser au mieux les ressources dont ils disposent en relativement moins grande quantité, en tenant compte des résultats qu'ils pourraient obtenir en les affectant à différents emplois alternatifs, quitte à recourir abondamment aux ressources d'accès facile dont aucun autre usage ne peut être fait. Ainsi peut-on constater que les petits paysans minifundiaires d'Amérique latine, dont les opportunités d'emplois salariés sont très limitées, ont intérêt à mettre en œuvre des systèmes de production très intensifs en travail de façon à obtenir des productions et des revenus très élevés à l'unité de surface. Le peu de capital auquel ils peuvent avoir accès est alors investi dans leurs petits lopins de façon à pouvoir continuer de survivre par leur propre travail. Mais les exploitants dont les terres sont relativement abondantes, eu égard à la force de travail disponible, peuvent avoir intérêt au contraire à pratiquer des techniques moins exigeantes en effort à l'unité de surface mais plus rémunératrices à l'heure de travail (Dufumier, 1985). Les grands latifundiaires absentéistes, qui n'engagent pas directement leur force de travail familiale dans leurs exploitations, n'investissent quant à eux du capital dans l'agriculture qu'en fonction des opportunités de profit qui se présentent dans les divers secteurs d'activité (commerce, immobilier, industrie...). Les systèmes de production agricole qui leur procurent un taux de profit au moins égal à ceux qu'ils peuvent escompter dans d'autres domaines sont très souvent peu exigeants et productifs à l'unité de surface. Telle est bien la contradiction essentielle que peut mettre en évidence l'analyse des réalités agraires en termes de systèmes dans de nombreuses régions d'Amérique latine : les exploitants qui ont intérêt à accroître leur production à l'unité de surface n'en ont généralement pas les moyens tandis que ceux qui en auraient les moyens n'y ont pas nécessairement intérêt. Seule une politique visant à redistribuer la terre dans un sens plus égalitaire peut alors permettre d'accroître la production agricole en faisant un usage du foncier, de la force de travail et du capital plus conforme à l'intérêt national.

Les typologies d'exploitants doivent être fondées sur l'hypothèse que les agriculteurs ont de bonnes raisons de mettre en œuvre les systèmes de production les plus conformes à leurs intérêts, compte tenu des conditions écologiques, économiques et sociales dans lesquelles travaille chacun d'entre eux. Cette hypothèse de rationalité n'exclut pas qu'à l'intérieur de chacun des groupes certains individus puissent avoir des comportements "aberrants" ou "suicidaires". Mais ces mêmes comportements les font rapidement disparaître des groupes en question et on vérifie qu'avec de grands effectifs les exploitants dont les conditions sont similaires mettent en œuvre des systèmes de production relativement semblables pour satisfaire les mêmes intérêts. Ces systèmes sont en nombre relativement limité pour chacune des catégories de producteurs.

La question qui se pose aux auteurs de politiques agricoles est de savoir comment permettre aux différents types de producteurs de satisfaire au mieux leurs intérêts respectifs et de concevoir les interventions de l'Etat en conséquence dans les domaines techniques et économiques. Le problème est que, dans certaines conditions économiques et sociales, les agriculteurs peuvent ne pas avoir intérêt à maximiser la production de valeurs ajoutées pour la nation et ne pratiquent donc pas les systèmes de production qui conviendraient le mieux à l'intérêt général. Il appartient alors à l'Etat de modifier ces conditions de façon à ce que les divers types d'exploitants puissent mettre en œuvre les systèmes de production agricole les plus favorables à la satisfaction des besoins de la société dans son ensemble tout en travaillant pour leurs propres intérêts.

Resituer les interventions dans leur contexte mondial

Le recours au concept de système agraire permet finalement de :

- prendre en compte la complexité des interactions entre les phénomènes agro-écologiques, techniques et socio-économiques qui président à l'évolution de l'agriculture du pays dont on souhaite infléchir le développement agricole ;
- repérer quels peuvent être dans chaque région les systèmes de production agricole les plus avantageux pour la collectivité nationale ;
- concevoir les conditions socio-économiques à réaliser pour que les différentes catégories d'exploitants aient ef-

fectivement intérêt à les mettre en œuvre et qu'ils en aient les moyens.

Mais la formulation des mesures de politique agricole pertinentes devient plus aisée si l'on peut s'inspirer de l'expérience accumulée dans d'autres régions du monde et comprendre la dynamique de transformation des diverses agricultures en concurrence sur le marché international. Il importe en effet de concevoir des interventions originales qui tiennent compte néanmoins des conditions dans lesquelles des succès ou échecs ont été observés par ailleurs, et permettent à la nation de renforcer sa compétitivité à l'égard des concurrents dont il faut prévoir les gains de productivité à plus ou moins long terme. Le recours au concept de système agraire ne prend donc toute sa valeur que si l'on est à même de comparer les transformations de l'agriculture dans les diverses régions de la planète (Mazoyer, 1977). D'où l'intérêt de disposer d'un cadre de référence théorique suffisamment large et rigoureux pour resituer chacune des réalités agraires à transformer dans le mouvement général de différenciation des agricultures à l'échelle mondiale.

Références bibliographiques

Capillon A., Sebillote M., 1980. Etude des systèmes de production des exploitations agricoles. Une typologie. *In : Caribbean Seminar on Farming Systems research. Methodology,* J. Servant et A. Pinchimat éd., Pointe-à-Pitre, Guadeloupe, INRA-IECA, p. 85-111.

Cochet H., 1983. *Etude sur la dynamique des systèmes agraires au Burundi.* Bujumbura, Burundi, ADEPRINA-DGPAE, 204 p.

Delgado C.L., 1992. Choix des produits et conditions de croissance pour l'agriculture sahélienne. L'avenir de l'agriculture dans les pays du Sahel. *In : Actes du XI[e] séminaire d'économie rurale,* Montpellier, France, CIRAD, p. 61-80.

Dufumier M., 1985. Systèmes de production et développement agricole dans le Tiers Monde. Les cahiers de la recherche-développement, 6 : 31-38.

Dufumier M., 1986. *Les politiques agraires.* Paris France, Presses universitaires de France, 126 p. (coll. Que sais-je ?).

Dufumier M., 1988. Pénurie alimentaire, agriculture paysanne, et politique agricole en Haïti. Economie rurale, 188 : 26-31.

Escobar G., Berdegue J., 1990. *Conceptos y metodologic para la tipification de sistemas de finca. Tipificacion de sistemas de produccion agricola.* Santiago de Chile, Red internacional de Metodologia de Investigacion de Sistemas de Produccion (RIMISP).

Food and Agriculture Organization (FAO), 1991. *Economic analyses of agricultural policies. Training material for agricultural planning.* Rome, Italie, FAO, 111 p.

Ghai, Rahman Khan, Lee E., Radwan S., 1979. *Agrarian systems and rural development.* London, Great Britain, The Macmillan Press, 376 p.

Griffon M., 1988. Ajustement structurel et politique agricole en Afrique, Agritrop, 12 (2) : 119-130.

Griffon M., Henry P., Lemelle J.P., 1991. *Les politiques agricoles et alimentaires en Afrique. Méthodes et outils d'analyse et d'aide à la décision.* Paris, France, Ministère de la Coopération et du Développement, 189 p.

Guillaumont P., 1993. Politique d'ajustement et de développement agricole. Economie rurale, 216 : 16-19.

Hibou B., 1992. *L'estimation des avantages comparatifs de l'agriculture sahélienne : problèmes de définition et sensibilité des mesures.* Montpellier, France, INRA-IRAM, 78 p.

De Janvry A., Sadoulet E., 1992. *Quantitative development policy analysis.* Berkeley, USA, University of California, 210 p.

Mazoyer M., 1977. Evolution et différenciation des systèmes agricoles d'exploitation de la nature. Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée, 2-3.

Mazoyer M., 1984. *Crise de l'économie paysanne haïtienne et conditions de développement.* Washington, USA, World Bank.

Mazoyer M., 1987. *Dynamique des systèmes agraires. Rapport de synthèse du colloque sur la dynamique des systèmes agraires.* Paris, France, Ministère de la Recherche et de la Technologie.

Monke E.A., Pearson S.R., 1989. *The policy analyses matrix for agricultural development.* Ithaca, USA, Cornell University Press, 279 p.

Morrison C., 1992. *Ajustement et équité.* Paris, France, Centre de développement de l'OCDE, 40 p. (Cahier de politique économique n° 1).

SOGES, AIRD, 1991. *Etude sur les avantages comparatifs entre diverses cultures dans les régions du Moso et du Buyenzi.* Bujumbura, Burundi, DGPAE, Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage, 85 p.

Timmer C.P., Falcon W.P., Pearson S.R., 1983. *Food policy analyses.* Washington, USA, Johns Hopkins University Press, 364 p.

Trebuil G., Dufumier M., 1990. Diagnoses on regional agrarian systems and sustainability of agricultural production systems in Thaïlande. *In* : Asian farming systems research and extension symposium, Bangkok, Thaïlande, 12 p.

Tsakok I., 1990. *Agricultural price policy. A practitioner's guide to partial equilibrium analysis.* Ithaca, USA, Cornell University Press, 305 p.

Winter-Nelson A., 1992. *Applications of the policy analysis matrix.* Washington, USA, Economic Development Institute of the World Bank (EDI), 122 p.

Démarche systémique et évaluation des politiques agricoles

Application aux systèmes céréaliers de Guárico (Venezuela)

Durand Guy[1] ; Fauré Jérôme[2] ; Torre Claude[3]

[1] ENSA (Ecole nationale supérieure d'agronomie) de Rennes, département Environnement et exploitation des ressources naturelles, Unité économie agricole et systèmes de production, 65, rue de Saint-Brieuc, 35042 Rennes cedex, France

[2] CCFD (Comité catholique contre la faim et pour le développement), Paris, France

[3] Projet Gatawani Dolé, BP 87, Gaya, Niger

Résumé

On se propose d'évaluer l'impact des politiques agricoles sur la différenciation des systèmes de production dans le nord-est de l'Etat de Guárico. La démarche systémique est appliquée à la petite région, le système agraire, puis à l'unité de production agricole, le système de production. Nous insistons sur l'étude des "systèmes techniques de production" et des "systèmes de gestion". Les "trajectoires" de chacun des types répertoriés sont mises en relation avec les changements récents des politiques agricoles. La région choisie se révèle être un bon modèle pour tester la méthode, en raison de la richesse de son histoire agraire et de la rapidité des changements intervenus dans les dernières décennies. Caractérisée par le "hato", système d'élevage extensif sur de très grandes étendues, jusqu'au début des années 60, elle est devenue l'une des principales zones de production céréalière du pays. Le travail présenté permet d'expliciter les relations entre les instruments de politique agricole et la dynamique des systèmes de production dans la région.

Mots clés

Politique agricole, démarche systémique, système technique de production, système de gestion, évaluation, trajectoire, Venezuela.

Abstract

Systems Approach and Evaluation of Agricultural Policies. Application to the Cereal Systems in Guárico, Venezuela.

We assess the impact of agricultural policies on the differentiation of farming systems in the north-east of the state of Guárico, Venezuela. The systems approach was applied to the subregion, the rural system, and then to the farming system. Emphasis was placed on studying the technical farming systems and the management systems. The evolution of each system was correlated with recent changes in agricultural policy. The study region turned out to be a suitable model for testing the method as it has a rich farming history, and the changes that have taken place over the past few decades have been extremely rapid. Until the beginning of the 1960s, the "hato" system of extensive livestock farming over large areas was in general use. The region has since become one of the major cereal producing areas in the country. On the basis of this work, we offer explanations for the relationships existing between agricultural policy instruments and the dynamics of the region's farming systems.

Introduction

La démarche systémique peut-elle servir d'outil d'évaluation des politiques agricoles ? Telle est la question que nous traiterons dans ce travail à partir d'une étude de cas réalisée au Venezuela. L'analyse que nous effectuons est avant tout de nature qualitative puisqu'il s'agit d'expliciter la nature des relations qui peuvent exister entre des instruments de politique agricole et la dynamique des systèmes de production agricole dans une région donnée présentant une relative homogénéité. Les périodes de changement sont particulièrement propices à l'application de la méthode. C'est la raison pour laquelle nous avons choisi les années 80 qui, au Venezuela, ont vu se succéder, dans le domaine céréalier tout au moins, une politique de soutien des prix et de protection aux frontières, dans le but de reconquérir le marché intérieur dans un contexte de reflux des prix du pétrole, et une politique d'inspiration beaucoup plus libérale de recherche des avantages comparatifs. La sensibilité des systèmes de production à ces changements sera analysée dans une région (le nord-est de l'Etat de Guárico) connue pour sa transformation rapide, de l'élevage vers les productions végétales. Nous insisterons particulièrement sur deux céréales, le maïs et le sorgho, compte tenu de leur importance stratégique dans le système alimentaire. Elles interviennent à la fois dans l'alimentation humaine (farine précuite de maïs pour la fabrication des "arepas", plat de base au Venezuela) et animale (maïs et sorgho pour les aliments des

monogastriques notamment). Dans les deux cas, le détour par les industries alimentaires est dominant.

Après avoir décrit, dans une première partie, les différents instruments des politiques agricoles ainsi que les principaux résultats obtenus, nous nous attacherons, dans une seconde partie, à montrer comment l'utilisation de quelques concepts de la démarche systémique appliqués à la réalité régionale et aux systèmes de production nous permet de porter un jugement sur l'efficacité et peut-être l'équité de ces instruments.

De la reconquête du marché intérieur à une recherche des avantages comparatifs

Depuis les années 20, l'économie vénézuélienne est dominée par le pétrole. L'agriculture, quasi unique exportateur au début du siècle, perd sa compétitivité sur les marchés externes et n'arrive même plus à satisfaire la demande intérieure. Le secteur agricole connaît pourtant de profondes transformations : déstructuration de l'agriculture de plantation, développement, à partir des années 60, d'un complexe agro-alimentaire (secteur laitier et avicole, production de coton, canne à sucre, et même riz et maïs). Néanmoins, la demande alimentaire s'accroît beaucoup plus vite que la production nationale et la surévaluation du bolivar favorise nettement les importations ("dutch disease"). Aussi la dépendance alimentaire du pays va-t-elle aller croissante et atteindre son maximum en 1982 : plus de 50 % de la consommation alimentaire est importée et 65 % des céréales, cela malgré une politique active de subventions aux intrants et au crédit.

La chute des prix du pétrole en 1982, la hausse des taux d'intérêt, du dollar et la fuite des capitaux obligent le Venezuela à s'engager dans une politique d'ajustement. Paradoxalement, la première phase de cet ajustement se fera dans un contexte d'excédents budgétaires.

Dans le domaine agricole, une politique de relance de la production est conduite tout en essayant de maintenir des prix bas aux consommateurs urbains. Elle s'appuie sur une panoplie d'instruments où dominent les systèmes de protection :

- un soutien des prix aux producteurs (par le canal d'une politique de stockage) ;
- une restriction des importations (licences d'importation de sorgho pour les industries d'aliments du bétail sous condition d'achats sur le marché national, et même interdiction d'importer pour le maïs, de 1986 à 1989) ;
- des taux de change préférentiels pour les importations de produits alimentaires de base ;
- obligation pour les banques de réaliser 20 % de leurs encours avec le secteur agricole et cela à un taux bonifié ;
- subvention directe aux engrais à partir de 1986 ;
- un contrôle des prix à la consommation.

Cette politique porta ses fruits, à tel point que certains ont pu parler de "boom agricole" ou de "reconquête du pétrole vert" (Tulet, 1986). En effet, le PIB agricole croît de 8 % par an en 1985 et 1986, puis de 4 et 5 % respectivement en 1987 et 1988. Les céréales sont les principales bénéficiaires : les superficies récoltées en maïs passent de 304 000 ha en 1982 à 642 000 en 1988, celles de sorgho de 220 000 ha en 1982 à 392 000 en 1988 (même si pour ce dernier les importations représentent encore 50 % de la consommation). En revanche, les superficies en riz diminuent de moitié. Ces politiques ont surtout bénéficié aux trois grands Etats céréaliers, Barinas, Guárico et Portuguesa, qui concentrent deux tiers de la production de maïs, l'Etat de Guárico produisant, à lui seul, 60 % du sorgho national.

Au revers de la médaille figure une inflation des prix alimentaires deux fois supérieure à l'inflation générale et un coût élevé pour le budget. On note d'ailleurs qu'entre 1980 et 1988 l'extrême pauvreté passe de 3 % à près de 20 % de la population et que l'écart entre les grands producteurs et les petits s'est fortement accru.

En 1988, le Venezuela affronte de nouveau de graves déséquilibres : chute du prix du pétrole, déficit budgétaire, de la balance commerciale, forte inflation, qui conduisent dès 1989 à un autre plan d'ajustement de nature plus libérale : ouverture commerciale (adhésion au GATT), privatisation, taux de change flottant. Le secteur agricole est lui aussi affecté : suppression des subventions aux producteurs et aux consommateurs, réduction des bonifications d'intérêt, suppression de la banque de crédit agricole, instauration d'un système de stabilisation des prix (indexés sur les prix internationaux) inspiré du modèle chilien de fourchette de prix. L'objectif affiché des promoteurs de cette politique est de favoriser les productions présentant des avantages comparatifs sur le marché international.

Conséquences sur l'évolution d'un système agraire : le nord-est de l'Etat de Guárico

C'est au niveau de la région nord-est de Guárico que nous allons pouvoir identifier les mécanismes par lesquels la politique agricole influence l'évolution des systèmes de production. Cette région présente l'intérêt d'avoir connu au cours des 20 dernières années une sorte de révolution céréalière, "berceau" du sorgho. Le sorgho sera d'ailleurs au centre de l'analyse, c'est son insertion dans les systèmes de production qui sera notre entrée. Deux outils de la démarche systémique vont se révéler particulièrement pertinents pour comprendre ces mécanismes : le système technique de production, qui s'intéresse aux productions réalisées, à leur utilisation et aux techniques employées, et le système de gestion, qui analyse les modalités de mobilisation des moyens de production.

Le sorgho, principal facteur de transformation du système du "hato"

Le "hato", forme d'exploitation du milieu que Carvallo (1985) décrit comme l'appropriation d'immenses superficies vouées à l'élevage bovin, a longtemps été représentatif de la réalité agraire de l'Etat de Guárico (situé dans les "Llanos", grande savane centrale). Or aujourd'hui, cet Etat est le premier producteur de céréales du pays.

Plusieurs facteurs peuvent expliquer cette transformation radicale :

- l'extraction pétrolière entre 1950 et 1970 a attiré une forte émigration dont une partie restera sur place après le départ des compagnies ;
- l'introduction de technologies nouvelles : races améliorées de bovins (zébu notamment), campagnes sanitaires, cultures industrielles (coton, maïs et sorgho) ;
- la réforme agraire va réduire l'offre de travail sur les grands domaines en attribuant des terres aux anciens "peons" et va, par ailleurs, inciter à la division des grandes propriétés entre les héritiers afin d'échapper au risque d'expropriation ;
- l'octroi de titres de propriété dans le secteur réformé va favoriser un marché des terres (droits d'usufruit).

C'est donc à une modernisation-diversification que l'on assiste, tant des structures (diversité des tailles et types d'exploitation) que des systèmes de production (systèmes céréaliers, céréales-viande, lait, voire même systèmes horticoles).

Cette diversification touche d'abord les cultures. Le coton dès les années 50, qui ne dépassera jamais les 9 000 ha et posera vite des problèmes de contrôle phytosanitaire et de concurrence extérieure. Le maïs reste une production traditionnelle de la région, qui va connaître un développement important, en particulier dans les petites et moyennes structures.

Les années 1973 à 1975 sont marquées par une forte sécheresse qui occasionne la mort de nombreux animaux et la vente de troupeaux entiers. Le système de transhumance ne suffit plus à assurer l'alimentation du bétail en période sèche. C'est cette contrainte fourragère qui va faire la fortune du sorgho.

Implantée par une industrie agro-alimentaire à Chaguaramas, cette culture est vite adoptée par les grands éleveurs, profitant de l'appui des crédits de l'Etat, de la fourniture d'un paquet technologique clés en main, de la stimulation des industriels de l'alimentation du bétail obligés de s'approvisionner sur le marché intérieur. Plus résistant à la sécheresse, le sorgho permet surtout l'utilisation pour l'élevage de ses résidus de récolte et de sa repousse en fin d'hivernage. Contrairement aux prairies qui nécessitent un pâturage rotatif, les restes de sorgho peuvent être surpâturés sans grand coût économique puisque la culture sera semée l'année suivante. Le sorgho ne remet donc pas en cause la conduite extensive des troupeaux menée jusqu'à présent. On assiste alors à un véritable boom : les superficies passent de 3 200 ha en 1974 à 180 000 en 1988. La culture profite du processus de mécanisation et de défrichement initié sur le coton. On retourne aussi les prairies naturelles, qui voient leur surface diminuer de 44 % entre 1977 et 1983.

Le maïs profite également de l'afflux des crédits et des prix garantis. Maïs et sorgho se substituent souvent sur les mêmes soles au gré des rapports de prix et des conditions climatiques de semis.

Le développement du sorgho, dont la production est concentrée sur les exploitations de plus de 50 ha, est le fruit du dynamisme d'une classe de fermiers (souvent d'origine urbaine) et de fils "progressistes" des grands propriétaires (Moreno Urdaneta, 1988).

L'action conjointe de l'Etat et des industries agro-alimentaires pour promouvoir un modèle peu exigeant en travail mais lourd en capital a rendu les exploitants très dépendants des politiques agricoles.

Les transformations ont aussi touché les systèmes d'élevage. La peur de l'occupation des terres, ajoutée à l'augmentation du prix du bétail et de la terre, a provoqué une généralisation des clôtures. Une partie des gains réalisés sur l'agriculture a été investie dans l'installation de corrals et de retenues d'eau. L'entretien des prairies ne se fait plus par le feu, trop dangereux pour les restes de cultures et donc l'alimentation du bétail. Ce sont les cultures qui de ce fait évitent le retour à la friche des terres. L'élevage aussi s'améliore : introduction de nouvelles races, meilleure conformation des animaux, croissance plus rapide. Quantitativement, le nombre de têtes croît de 37 % entre 1975 et 1989 dans l'Etat de Guárico. Les produits de l'élevage se diversifient. A la production traditionnelle d'animaux maigres s'ajoute l'engraissement des jeunes bovins permis par la disponibilité de fourrages, et la production de lait et de fromage toute l'année.

Le sorgho au centre d'un système de relations complexes entre les acteurs

Au-delà du gain évident que cette plante procure aux éleveurs, le sorgho va se retrouver au centre d'un ensemble de relations sociales entre les différents acteurs du monde rural.

Les conditions agro-écologiques de la zone imposent un certain nombre de contraintes. Les pluies (entre 600 et 900 mm/an) sont très variables et extrêmement concentrées. Les conséquences sont de deux ordres : il existe une relation très étroite entre la précocité des semis et les rendements, cela favorise donc les producteurs qui peuvent mobiliser les moyens techniques à temps, mais, par ailleurs, la concentration des pluies favorise l'agressivité de la végétation et nécessite que les parcelles soient régulièrement mises en culture pour ne pas retourner à la friche. Disposer de terres défrichées et régulièrement entretenues constitue un capital, capital qui se dévalorise très vite du fait de la rapidité du recrû forestier pendant la saison humide. En conséquence, certains éleveurs vont louer leurs terres pour les faire ensemencer en sorgho afin de maintenir leur capital "terres défrichées" et s'assurer des restes de récolte et des repousses pour leurs animaux. Les candidats à la location sont soit d'autres agriculteurs qui ne disposent pas de suffisamment de terres, soit des investisseurs urbains attirés par les profits potentiels de la culture, notamment pendant la période faste des années 1986-1988. Une partie de la forte croissance des surfaces ensemencées en sorgho entre 1986 et 1988 peut s'expliquer par ces locations temporaires qui ont fait gonfler artificiellement ce que l'on pourrait appeler la "bulle céréalière".

La récolte doit être réalisée dans des temps très courts, le sorgho étant très sensible à l'égrenage lorsqu'il est récolté au-delà de la maturité. Là aussi, comme pour le semis, ce qui est déterminant, c'est la disponibilité du matériel. Ces contraintes sont beaucoup plus faibles pour la culture du maïs, ce qui explique que le maïs sera plutôt adopté par les petits et moyens producteurs.

La commercialisation du sorgho, le transport jusqu'au silo et le financement vont aussi être des facteurs de différen-

ciation entre les producteurs. Les industriels de l'alimentation du bétail doivent passer contrat avec des producteurs nationaux pour accéder aux licences d'importation. Ce sont eux qui possèdent la plupart des silos installés dans la région étudiée. L'accès aux contrats va faire l'objet d'une concurrence entre producteurs, elle va quelquefois donner lieu à un marché parallèle dont sont surtout victimes les plus petits producteurs. Déjà l'accès aux financements bancaires de la part des banques privées est réservé aux agriculteurs ayant au moins 50 ha voire 100 ha de sorgho ou maïs. L'accès aux crédits fortement bonifiés de la banque des petits agriculteurs (ICAP) n'est pas plus aisé : retard fréquent de déblocage des fonds qui ne permet pas de réaliser les travaux à temps (voire plus haut), clientélisme politique dans la distribution des crédits. Notons par ailleurs que le financement bonifié est attaché à une production (maïs et sorgho notamment) ; il n'est donc pas disponible pour l'engraissement des veaux, activité pourtant hautement rentable. Ainsi, les grands éleveurs pourront capter des crédits bonifiés pour les céréales et les utiliser pour l'engraissement. Cette activité d'engraissement est, en effet, très discriminante. Enfin, au moment de la récolte, la concurrence est très forte pour l'accès aux moyens de transport de la parcelle aux silos. Là aussi un marché parallèle se développe autour de l'achat des grains sur la parcelle.

On comprend ainsi le rôle stratégique de la détention des facteurs de production dans un système où les contraintes agronomiques et économiques s'avèrent importantes.

Diversification des systèmes de production

L'analyse des systèmes techniques de production et des systèmes de gestion nous a permis de mieux situer les enjeux de cette petite région. L'étude des trajectoires d'évolution (Capillon et Sebillotte, 1982) et plus précisément des dynamiques de capitalisation (en terre, équipement et infrastructures, matériel agricole ou animaux) va nous éclairer le processus de différenciation entre les exploitations. L'influence des politiques agricoles sera alors plus explicite.

Les trajectoires de l'"agriculture d'entreprise"

Ces agriculteurs ont trois origines différentes : les héritiers des grands propriétaires terriens sur les morceaux des anciens "hatos", les propriétaires d'origine urbaine ou immigrée (Italiens, Espagnols...) et les anciens grands fermiers qui ont acheté du foncier.

Ils convergent tous aujourd'hui vers le même type caractérisé par des cultures de maïs et sorgho combinées avec un élevage bovin-viande profitant de la revalorisation actuelle du prix de la viande et tirant au mieux parti de la complémentarité céréale-viande. Néanmoins, les trajectoires suivies ont été sensiblement différentes.

Les héritiers du "hato" ont d'abord investi dans les infrastructures (clôtures et points d'eau) de même que dans l'extension des surfaces utilisables par défrichement au début des années 70, le tout pour faire face aux problèmes d'affourragement en saison sèche (abandon progressif de la transhumance). Le développement des céréales a été pour eux une aubaine pour la modernisation de leur élevage.

On retrouve cette voie d'accumulation alternativement en terres et animaux (et le matériel agricole nécessaire) chez les propriétaires d'origine urbaine ou immigrée. Ceux qui auront choisi la spécialisation laitière en profitant des subventions aux concentrés vaches laitières et qui se sont retrouvés intégrés aux industries laitières sont aujourd'hui dans de sérieuses difficultés.

Enfin, les grands fermiers, souvent doubles actifs (commerçants, intermédiaires en viande, hauts fonctionnaires...), sont entrés dans la branche par l'investissement en matériel agricole (variable stratégique dans le système agraire, comme nous l'avons vu). La facilité de louer des terres à céréales leur a permis de profiter de la politique agricole très favorable des années 1986-1988. Cependant, ceux qui sont restés spécialisés dans les céréales n'ont pu se maintenir après 1989. Leur seule chance de survie a été l'achat de terres et d'animaux pour terminer sur un système sorgho-maïs-viande bovine.

Les occupants des terres de la réforme agraire

La majorité sont d'anciens ouvriers agricoles (on trouve aussi quelques urbains installés) qui ont profité des distributions de l'Institut agraire national et des nombreux abandons pour accaparer des terres.

Chronologiquement, les stratégies apparaissent comme suit :

- une accumulation extensive et continue dans l'élevage servant à la fois de banque et d'assurance, avec de faibles investissements, combinée avec des prises de terres jusque la moitié des années 80, là où cela était encore possible ;
- un défrichement pour pouvoir accéder aux crédits sur les céréales : d'abord de l'ICAP pour des superficies inférieures à 50 ha, puis Bandagro, banque d'Etat, pour ceux qui disposaient de plus de 50 ha en semis et enfin les banques privées pour les plus grands ; cette voie d'évolution est d'autant plus avancée que l'installation a eu lieu plus tôt (au cours des années 60 notamment pour avoir pu bénéficier de tous les avantages des politiques agricoles) ; dans certains cas, cette voie a pu conduire à l'agriculture d'entreprise, mais le plus souvent la trajectoire a été interrompue avant d'avoir atteint son cheminement optimal ;
- lorsque l'accès au foncier était limité et que le coût de location des pâturages devenait prohibitif, une variante apparaît avec une intensification à base de travail (rotation des pâturages, installation de clôtures.

Dans tous ces cas, le changement de politique depuis 1989 a bloqué ces exploitants à différents stades d'accumulation, ce qui explique la variété des cas observés aujourd'hui.

Les "asentados" ou bénéficiaires de la réforme agraire

Ce sont les paysans groupés en pseudo-coopératives et encadrés par les structures étatiques. Leur trajectoire est caractérisée par une décapitalisation continue : dégradation ou cession du matériel collectif, vente du droit d'usage des terres. On se retrouve avec des agriculteurs qui doivent vendre une partie du travail familial en dehors de l'exploitation et avec un élevage peu développé.

Les changements intervenus depuis 1989

Le plan d'ajustement adopté en 1989 a de fortes répercussions sur le secteur agricole, notamment dans cette région.

Les coûts de production sont marqués fortement à la hausse (augmentation du prix des intrants et du matériel agricole), de même que les crédits bancaires qui deviennent plus difficilement accessibles depuis la faillite de Bandagro.

Les conséquences sur la région sont nombreuses.

La première est la réduction de 20 % des superficies semées et la disparition de nombreux fermiers "flottants" (investisseurs urbains notamment).

Autre conséquence, la modification des pratiques culturales. La quantité d'engrais vendue est passée de 500 kg/ha à moins de 300 kg/ha, l'urée de 250 kg/ha à 150, la densité de semis a elle aussi diminué. On abandonne les zones inondables, les sols à trop fortes pentes. On réduit l'usage des produits phytosanitaires, ce qui oblige à un meilleur suivi des cultures ; les épandages par avion sont quasiment abandonnés au profit d'interventions à terre. Le renouvellement du matériel agricole se trouve retardé. Malgré cela, on observe pourtant une amélioration des rendements, qui passent de 2,2 à 2,6 t/ha pour le sorgho et de 2 à 2,2 t/ha pour le maïs entre 1988 et 1990.

L'arrêt des subventions aux aliments concentrés pour les animaux a particulièrement touché la production laitière qui a connu une chute de production de 39 % entre 1988 et 1990. En revanche, le prix du fromage s'est maintenu.

L'année 1989 voit aussi l'envolée du prix de la viande, consécutive à la libéralisation des prix (le prix du kilo au grossiste passe de 50 bolivars à 150 en avril 1992). Le nouveau modèle pour les grands producteurs devient alors la combinaison sorgho-zébu viande-prairie. Cependant, le choix définitif pour la prairie n'a pas encore été fait en dépit de la faible rentabilité actuelle des céréales valorisées par l'élevage pour plusieurs raisons : les céréales permettent encore l'accès au crédit bancaire à des taux d'intérêt avantageux ; il faut amortir les lourds investissements en matériel de culture réalisés dans un passé récent ; enfin, la conduite des pâturages exige un saut technologique important. En effet, cette gestion des prairies suppose une modification du fonctionnement des systèmes de production, une intensification en travail (surveillance de l'état des prairies, gestion des troupeaux) et en capital (investissement supplémentaire en clôtures, en points d'eau) et enfin une modification des flux de trésorerie (arrêt de la rotation rapide de capital permise par les céréales et leur financement bancaire, l'accès aux crédits étant plus difficile pour les animaux, notamment pour l'engraissement des veaux qui semble dégager une bonne rentabilité).

Conclusion

La révolution agricole qui affecte la région nord-est du Guárico doit beaucoup aux politiques agricoles mises en œuvre. Au cours de ce travail, nous avons pu identifier quelques mécanismes qui permettent d'expliquer comment ces politiques agricoles ont pu influencer l'évolution des systèmes de production. Si la "greffe" céréalière, et notamment du sorgho, a bien pris au début des années 70, c'est que cela répondait à une contrainte forte portant sur le système fourrager, conséquence des contraintes climatiques et du mode d'exploitation du milieu (élevage bovin avec abandon de la régulation par la transhumance). La politique agricole de l'époque, plutôt orientée vers les infrastructures et le crédit, a facilité cette introduction d'un progrès technique en créant les conditions d'une nouvelle régulation. Cela s'est traduit par une intensification des systèmes de production. Les politiques qui ont suivi, notamment celles du milieu des années 80, ont provoqué un formidable essor de la production céréalière qui a fini par masquer l'importance de l'élevage bovin. C'était l'époque où cultiver le sorgho était considéré comme un "jeu d'enfant" lorsqu'on pouvait réunir les moyens techniques et financiers. La ruée vers le sorgho que l'on observe alors et qui touche non seulement les agriculteurs de la région mais aussi les investisseurs extérieurs relève plus d'une stratégie de captation de la rente créée par la politique agricole que d'un instrument de modernisation agricole. On assiste plutôt à une croissance "extensive" (augmentation des surfaces sans amélioration technologique notable). Mais cette croissance est coûteuse en termes budgétaires et s'avère dégradante pour l'environnement (beaucoup s'inquiètent des pertes de sol du fait de l'érosion éolienne et hydrique directement liées aux techniques culturales). En outre, cette politique n'a fait que renforcer l'agriculture d'entreprise née dans la décennie précédente, qui accapare l'essentiel des moyens de production (terres, crédits et machines agricoles) au détriment des autres systèmes de production qui voient se réduire leur espace de développement.

Références bibliographiques

Bedu L. *et al.*, 1989. *Appui pédagogique à l'analyse du milieu rural dans une perspective de développement.* Montpellier, France, CIRAD-DSA, 191 p., coll. Documents systèmes agraires n° 8.

Capillon A., Sebillotte M., 1982. Etude des systèmes de production des exploitations agricoles. Une typologie. *In : Caribbean Seminar on Farming Systems Research Methodology*, San José, Costa Rica, IICA-INRA, p. 85-108.

Carvallo G., 1985. *El hato venezolano : 1900-1980.* Caracas, Venezuela, Fondo editorial Tropykos, 171 p. (serie Agricultura y sociedad).

Egg J., Lerin F., Tubiana L., 1985. Rente pétrolière et crise agricole. Etudes rurales, 99-100 : 231-264.

Fauré J., 1992. *Etude des politiques commerciales dans le domaine céréalier au Venezuela.* Maracay, Venezuela, FONAIAP, 37 p.

Krissoff B., Trapido P., 1991. Food and agricultural policy reform. The case of Venezuela. Food Policy, April : 140-151.

Moreno Urdaneta C., 1988. *Situación y perspectivas de la producción de sorgho en Venezuela : el caso de la región nor-oriental del Estado de Guárico.* Maracay, Venezuela, Universidad Central de Venezuela (UCV), Instituto de Economía Agrícola y Ciencias Sociales, 199 p.

Torre C., 1992. *Comportements des producteurs et influence de la politique agricole dans la zone céréalière, partie nord-orientale de Guárico (Venezuela).* Mémoire de fin d'études, CNEARC-ENSSAA, Montpellier, France, 64 p.

Tulet J.C., 1986. Le Venezuela à la redécouverte de son pétrole vert. *In : Venezuela, environnements et changements,* Bordeaux, France, CEGET-CNRS, p.7-22 (Travaux et documents de géographie tropicale, n° 57).

La politique foncière au Vietnam

Bergeret Pascal
Ambassade de France à Hanoi, c/o valise diplomatique,
128 bis, rue de l'Université, 75007 Paris, France

Résumé

Au Vietnam, la nouvelle loi foncière constitue une étape déterminante de la décollectivisation de l'agriculture. L'attribution individuelle des terres des anciennes coopératives de production risque d'être lourde de conséquences sur l'avenir de l'agriculture. Cette communication décrit, après un bref historique de la question foncière au Vietnam, comment, localement, cette nouvelle politique est conduite. Deux sites du Nord-Vietnam, dans le delta du fleuve Rouge et dans les collines de la moyenne région, servent de base à la discussion. La recherche-système entreprise par le programme Fleuve Rouge peut contribuer à une meilleure compréhension des enjeux relatifs aux distributions foncières ainsi qu'à une meilleure transparence des prises de décision.

Mots clés

Foncier, décollectivisation, développement local, Vietnam.

Abstract

Land Policy in Viet Nam

In Viet Nam, the new land law represents a crucial step towards full privatization of agriculture. The allocation to individual farmers of land previously owned by cooperatives will affect the future of the agricultural sector. This paper provides a short account of the history of land policy in Viêt-Nam. It describes implementation of the new land policy in two locations in northern Vietnam: the Hongha river delta and the hill area. Systems-oriented research conducted at these sites as part of the Fleuve Rouge program can contribute to better understanding of the implications of such a policy and to better clarity in the local decision making process.

Introduction

En général, les décideurs font peu de cas des résultats des recherches-système dans l'élaboration des politiques agricoles. Mais, lorsque les échelons administratifs locaux sont investis d'un pouvoir notable de décision, les recherches-système, bien implantées localement, peuvent influencer la mise en œuvre des politiques. Au Vietnam, l'échec de la collectivisation de l'agriculture a provoqué une série de changements radicaux de politique, notamment en matière foncière. La nouvelle loi adoptée en juillet 1993 par l'Assemblée nationale du Vietnam en est la dernière expression. Cette loi-cadre laisse une grande marge de décision aux autorités communales. Les recherches-système peuvent permettre, localement, de favoriser le dialogue entre autorités administratives et agriculteurs, et infléchir la conduite de la politique foncière, dont elles peuvent améliorer la transparence. On exposera l'exemple de recherches-système menées au Nord-Vietnam (figure 1) par des étudiants et des chercheurs français et vietnamiens du programme Fleuve Rouge dans des situations foncières contrastées. Auparavant, on donnera un aperçu historique de la question foncière au Vietnam.

Croquis historique

Au Vietnam, la question foncière a toujours fait l'objet de régulations complexes où les projets de l'Etat et les espaces de pouvoir locaux s'entremêlent ou se confrontent.

L'époque précoloniale

Au sein de la commune traditionnelle, institution millénaire, coexistent un système de propriété individuelle de la terre et un système collectif de terres indivises. Ce domaine collectif est appelé "terres communales", car géré par les autorités locales. A intervalles d'environ 5 ans, les terres communales sont réparties entre les paysans en tenant compte des modifications démographiques et sociales de la commune. On a pu voir dans les terres communales l'élément majeur de la politique foncière de l'Etat vietnamien précolonial. Elles sont un facteur de stabilité sociale car leur attribution régulière atténue les disparités foncières du

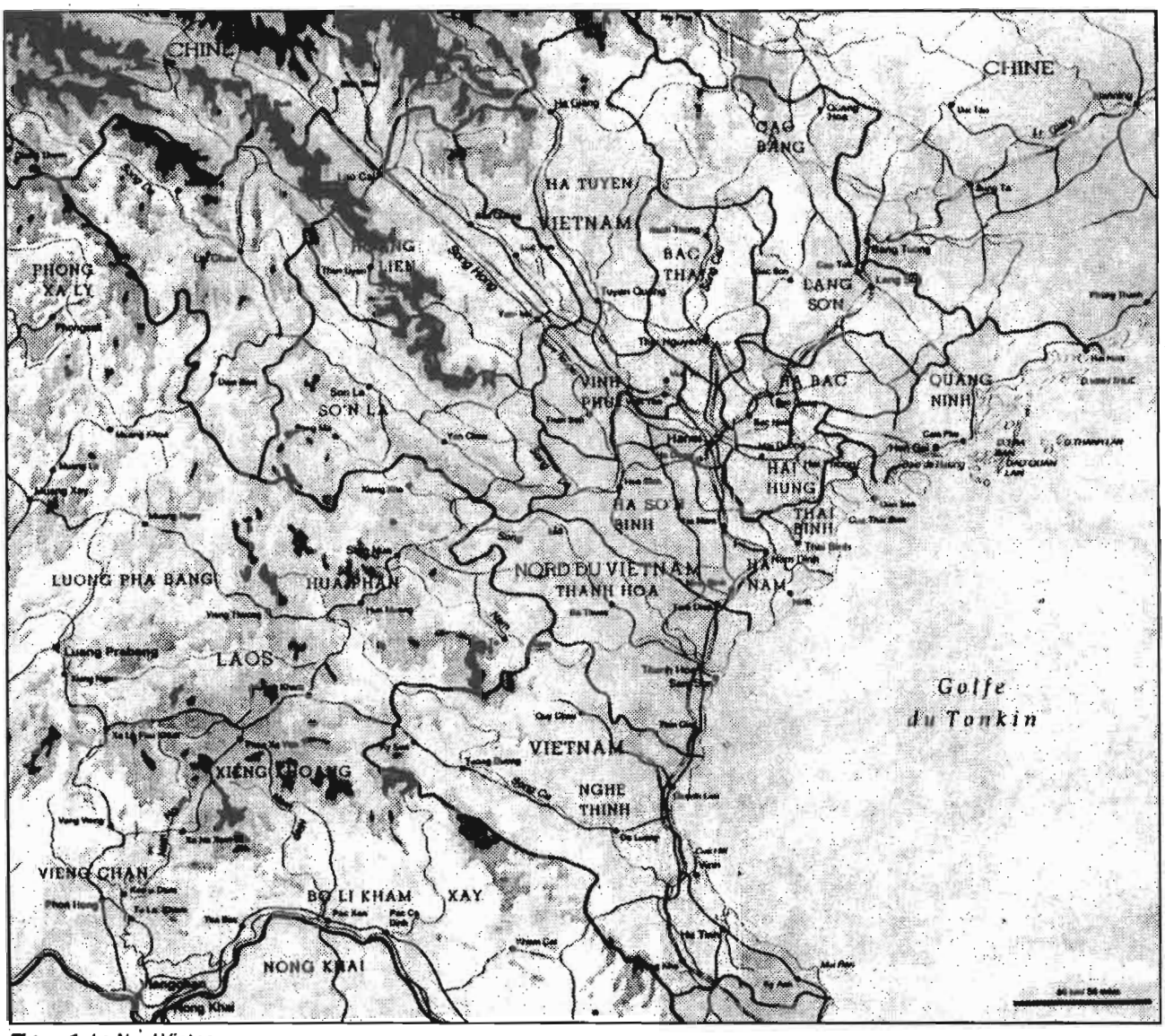


Figure 1. *Le Nord-Vietnam.*

domaine privatif, mais elles sont aussi une source intéressante de recettes fiscales : sous Gia Long (début du XIX^{e} siècle), les terres communales sont trois fois plus lourdement imposées que les terres privées (Gourou, 1936). Ainsi, les terres communales auraient été créées il y a longtemps par décision du pouvoir central. Et depuis lors, "*par mille habiletés, le paysan essaiera de s'approprier les terres communales*" (Gourou, 1936).

La période coloniale

Dans les années 30, dans le delta du fleuve Rouge qui compte 6,5 millions d'habitants ruraux, les terres communales occupent 230 000 ha, soit 1/5 de la surface agricole. Elles couvrent des surfaces d'autant plus faibles que la commune est plus ancienne (Gourou, 1936). Dans certaines provinces du delta du fleuve Rouge, les terres communales occupent moins de 10 % de la surface agricole. Certaines communes en sont quasiment dépourvues. La colonisation française facilitera d'une part la privatisation des terres communales, considérées comme un vestige de la société "féodale" et favorisera d'autre part la constitution d'une grande propriété foncière mandarinale, elle aussi au détriment des terres communales (Gourou, 1936). Mais le développement de la grande propriété foncière se heurte, au Tonkin, à la résistance des communes.

La réforme agraire et la collectivisation

De 1953 à 1958, au Nord-Vietnam, la réforme agraire redistribue les terres des classes d'"exploiteurs" (propriétaires fonciers, paysans riches, colons français, missions catholiques) ainsi que les terres communales aux classes paysannes laborieuses (paysans moyens, pauvres et sans terre) ; 810 000 ha sont ainsi distribués à plus de deux millions de familles (Brocheux, 1990). En 1958, l'Etat vietnamien lance le grand mouvement de collectivisation de l'économie paysanne au sein de coopératives de production. A la fin de l'année 1960, 85,8 % des foyers paysans sont regroupés en coopératives (Brocheux, 1990). La terre est désormais un bien collectif sur lequel les paysans, devenus salariés des coopératives, n'ont plus aucune prise. Toutefois, une moyenne de 5 % des terres cultivables des coopératives sont réservés aux "lopins familiaux", qui auraient fourni aux plus beaux jours de la collectivisation jusqu'à 50 % du revenu des familles (Dreyfus, CNEARC, 1993, comm. pers.). A la fin des années 70, la production de paddy par tête est tombée à son plus bas niveau de l'époque moderne : 194,5

kg. Le régime de Hanoi réagit en promulguant les résolutions n^{os} 100 (1981) et 10 (1988) qui restaurent les liens entre les foyers paysans et la terre qu'ils travaillent : des contrats de production sont passés entre les coopératives et les foyers paysans, qui redeviennent progressivement maîtres du procès de production. Les coopératives se cantonnent alors à un rôle de service à la production (approvisionnement, irrigation). Face à la concurrence des commerçants privés et à l'initiative paysanne, souvent, elles finissent par disparaître.

La loi de juillet 1993

La loi foncière de juillet 1993 fait suite à des expériences menées dans certaines coopératives du Nord-Vietnam pour tester les conséquences d'une répartition nouvelle et durable des terres aux paysans. La loi fixe les plafonds de durée d'attribution : 15 ans pour les terres de cultures annuelles, 50 ans pour les terres couvertes de plantes pérennes. Les droits d'utilisation consentis aux paysans (la collectivité nationale demeurant propriétaire légal du sol) sont transférables à des tiers, héritables et reconductibles. L'exploitation des terres doit néanmoins être conforme au plan national d'utilisation des terres, élaboré localement par les autorités de la commune et agrégé au niveau du pays avant approbation par l'Assemblée nationale. Ce plan classe les terres selon leur "vocation" : terres d'habitation, agricoles, forestières, autres utilisations. Les foyers paysans attributaires disposent ainsi d'une indéniable sécurité foncière, pourvu qu'ils payent la taxe foncière. Ce processus s'appuie sur la constitution d'un cadastre devant être levé dans chaque localité par les autorités de la commune. La loi est muette sur les modalités concrètes d'attribution. Elle se limite à la fixation d'un plafond de 3 ha de terre par famille et réaffirme le principe selon lequel tout foyer paysan doit avoir accès à la terre. Les jeux de pouvoir locaux seront donc déterminants pour l'allocation de la ressource terre.

Le delta du fleuve Rouge

Aujourd'hui, la population du delta du fleuve Rouge dépasse 12 millions d'habitants ruraux, soit une densité moyenne de plus de 10 habitants par hectare cultivé. La quasi-totalité des terres agricoles sont des rizières portant une ou deux récoltes de riz par an et parfois une récolte supplémentaire de cultures sèches d'hiver (ail, pomme de terre, patate douce, etc.). Un élevage porcin de quelques têtes par exploitation est associé à cette agriculture. La force de traction est fournie par des buffles ou des bovins. Nous considérerons l'exemple de deux communes du district de Nam Thanh (province de Hai Hung) : Quoc Tuan et Thanh Thuy (tableau I).

Tableau I. Informations générales sur les communes de Quoc Tuan et Thanh Thuy.

	Quoc Tuan	Thanh Thuy
Population en 1992	6 680	4 379
Superficie cultivée (ha)	394	337
Ratio superficie/hab. (m^2/hab.)	590	770
Nombre moyen de récoltes par an	2,56	2,29

Dès la promulgation de la résolution n° 10 (1988), ces deux communes ont organisé la distribution des terres aux paysans. En septembre 1992, neuf mois avant l'adoption de la nouvelle loi foncière, elles furent à nouveau le lieu d'une redistribution des terres, cette fois selon les principes devant être promulgués par la loi.

Les attributions foncières de 1988 et de 1992

Elles obéissent toutes les deux aux mêmes principes :

- chaque famille paysanne conserve le terrain portant sa maison ainsi que le jardin attenant, qui ne doit en principe pas dépasser 200 m^2 ; il s'agit ici du lopin familial qui n'a jamais été collectivisé ;
- en 1988, 10 % de la superficie cultivable restante sont distribués définitivement aux familles ; ces attributions ne sont pas remises en cause en 1992 ;
- une partie de la superficie restante demeure sous le contrôle de la coopérative (1988) ou de la commune (1992). Le tableau II précise les surfaces concernées par ce type de terre.

Tableau II. Surfaces demeurées sous le contrôle des autorités locales (en % de la surface cultivée, hors jardins).

	Quoc Tuan	Thanh Thuy
1988	33	8
1992	5,1	5

La loi de juillet 1993 limite à 5 % la proportion de ces terres appelées "terres d'adjudication". Elles sont attribuées pour de très courtes durées (parfois une saison) aux agriculteurs qui en font la demande et que les autorités locales auront sélectionnés, en principe sur la base de leur aptitude à les mettre en valeur (disponibilité en main-d'œuvre et en capital d'exploitation). Il s'agit d'une réserve foncière mobilisable pour doter les jeunes qui s'installent d'une surface pour établir leur maison et leur jardin. Ces terres réattribuées régulièrement rappellent les terres communales de la période précommuniste, et ce jusque dans le domaine fiscal : les taxes frappant ces terres (à peu près 30 kg de paddy pour 360 m^2) sont égales au double de celles frappant les autres types de rizière. La moitié de ces taxes va aux autorités locales, qui ont donc intérêt à conserver le plus longtemps possible le domaine adjudiqué. Toutefois, celui-ci s'amenuise au fur et à mesure du croît démographique.

Les terres restantes (soit 85 % de la surface cultivée) sont attribuées aux familles :

- pour 5 ans au prorata du nombre d'actifs par famille en 1988 ;
- pour 15 ans au prorata du nombre d'âmes par famille en 1993.

Les enquêtes

Un échantillon (20 familles à Quoc Tuan et 40 familles à Thanh Thuy) a fait l'objet d'enquêtes visant à caractériser les systèmes de production : en 1988, après la première répartition des terres, en 1992, à la veille de la seconde répartition et en 1993, juste après celle-ci (Du Van Châu, 1993). Les familles ont été réparties en trois classes :

- classe 1 : revenu inférieur à 500 kg de paddy/an/personne ;
- classe 2 : revenu compris entre 500 et 1 000 kg de paddy/an/personne ;

– classe 3 : revenu supérieur à 1 000 kg de paddy/an/personne.

Un kilo de paddy a une valeur approximative de 1 000 dongs (1 dollar US = 10 800 dongs). Au Vietnam, le seuil de subsistance est couramment estimé à 300 kg de paddy/an/personne. Le tableau III résume les résultats des enquêtes à Quoc Tuan.

Entre 1988 et 1993, peu de variations dans les structures foncières sont observables. La base de la différenciation économique n'est pas foncière. Bien plus, la classe des paysans aux revenus les plus bas est aussi celle qui dispose du ratio surface/personne le plus élevé. Il faudrait nuancer ce constat surprenant en considérant la qualité des terres et le nombre de récoltes possible par an. Toutefois, il est certain que les variations de revenu entre classes (de 1 à 2,5) sont sans commune mesure avec les variations de surface par personne (de 1 à 1,4). Le statut économique des familles dépend beaucoup plus de l'élevage et surtout des revenus provenant d'activités extra-agricoles. Ces deux aspects sont d'ailleurs liés dans la mesure où les activités extra-agricoles consistent fréquemment en des ateliers artisanaux de transformation (décorticage du riz, fabrication d'alcool de riz, de "pâté de soja"...), eux-mêmes source d'aliments pour les porcs (drèches, son de riz...). La redistribution de 1993, en nivelant les surfaces par personne entre les classes de familles, n'a fait qu'accentuer les disparités. Le tableau IV résume les résultats des enquêtes dans la commune de Thanh Thuy.

Tableau III. Résultats des enquêtes à Quoc Tuan.

	Classe 1	Classe 2	Classe 3
Surface cultivable en 1988 (m^2/hab.)	623	583	406
Surface cultivable en 1993 (m^2/hab.)	632	525	435
Revenus en 1992 (kg paddy/personne)	415	739	1 040
Pourcentage du revenu provenant des cultures	68	43	18
Pourcentage du revenu provenant de l'élevage du porc	21	25	31
Pourcentage du revenu provenant d'activités extra-agricoles	12	29	42
Surface cultivable en 1993 (m^2/hab.)	572	550	453

Tableau IV. Résultats des enquêtes à Thanh Thuy.

	Classe 1	Classe 2	Classe 3
Surface de rizière en 1988 (m^2/personne)	547	694	720
Surface de rizière en 1992 (m^2/personne)	504	684	874
Surface de jardin en 1988 (m^2/personne)	72	119	360
Surface de jardin en 1992 (m^2/personne)	67	121	434
Revenu en 1992 (kg paddy/personne)	353	693	2 572
Pourcentage du revenu procuré par les rizières	29	35	16
Pourcentage du revenu procuré par les jardins	16	21	58
Pourcentage du revenu procuré par l'élevage	31	28	15
Pourcentage du revenu procuré par les activités annexes	23	17	9
Surface de rizière en 1993 (m^2/personne)	648	547	569
Surface de jardin en 1993 (m^2/personne)	68	123	421

La base de la différenciation sociale à Thanh Thuy est foncière et liée à la possession de jardins. Cette commune est réputée dans la province de Hai Hung pour sa production de litchis. A surface égale, la production de litchis procure un revenu annuel 10 fois plus élevé que la riziculture. De 1988 à 1992, on constate une concentration foncière favorisant les exploitations de la classe 3 au détriment des classes 1 et 2. Elle concerne les rizières et surtout les jardins. Etant donné le caractère inaliénable des terres de jardin, la redistribution de 1993 a seulement touché les rizières, qui ont effectivement été redistribuées au bénéfice de la classe la plus pauvre. Cela n'aura toutefois que peu d'effet sur la structure des revenus entre classes.

Les collines

Dans les collines, la situation foncière offre un tableau différent. Les rizières occupent moins de la moitié de la surface cultivable (42 % dans le district de Thanh Hoa, province de Vinh Phu). La densité de population à l'hectare cultivé, plus faible que dans le delta du fleuve Rouge, demeure élevée (6 habitants/ha dans le district de Thanh Hoa). Le tableau V précise ces traits généraux sur l'exemple de deux communes du district de Thanh Hoa : Thai Ninh et Ninh Dân.

Tableau V. Caractéristiques générales des communes de Thai Ninh et Ninh Dân.

	Thai Ninh	Ninh Dân
Population en 1992	2 200	7 500
Superficie de rizière (ha)	105	223
Superficie de rizière par habitant (m^2/hab.)	480	300
Nombre moyen de cultures par an sur rizières	1,85	1,94
Superficie de terres de collines (ha)	242	698
Superficie de terres de collines par habitant (m^2/hab.)	1 107	918

Sources : Dang Dinh Quang, 1993 ; Laborde-Debat, 1990

Dans le cas de Ninh Dân, les terres de collines apportent un indispensable complément aux rizières dont la surface ne permet pas de couvrir les besoins de subsistance de la population. Dans les conditions des collines, le seuil de subsistance est atteint avec une surface de rizière de l'ordre de 450 m^2 par habitant. Les terres de collines peuvent se classer en cinq types principaux selon les espèces végétales qu'on y trouve : jardins/vergers, terres à manioc, théiers, plantations d'arbres à bois (notamment eucalyptus), friches et landes. Le tableau VI décrit l'utilisation des terres de collines à Thai Ninh et Ninh Dân.

Tableau VI. Utilisation des terres de collines à Thai Ninh et Ninh Dân (en m^2/hab.).

	Thai Ninh	Ninh Dân
Jardins/vergers	230	414
Manioc	220	118
Théiers	200	63
Arbres à bois	46	133
133 Friches/landes	411	190

Sources : Dang Dinh Quang, 1993 ; Laborde-Debat, 1990

La forêt naturelle a disparu et le paysage apparaît totalement anthropisé. La présence de landes et de friches permet l'entretien d'un important troupeau de buffles et de bovins (570 à Thai Ninh et 740 à Ninh Dân). L'élevage porcin est omniprésent (1 à 2 têtes par famille en moyenne).

Les sources de l'accumulation économique

A Thai Ninh et Ninh Dân, les principales sources de l'accumulation sont agricoles : élevage, vente des produits des jardins, de bois (il existe une papeterie proche du district de Thanh Hoa). La théiculture a récemment connu un regain d'intérêt car elle procure des revenus monétaires stables et réguliers (cueillette toutes les deux semaines). La présence d'une usine à thé proche assure un débouché à cette production. Ces sources d'accumulation sont toutes liées aux terres de collines : vente de fruits, de bois et de thé, élevage de gros ruminants possible grâce à la présence de parcours dans les friches et les landes, élevage porcin dont la principale source d'alimentation est le manioc. Les terres de collines sont donc associées à la sphère marchande d'accumulation, à la différence des rizières qui relèvent de la sphère vivrière de subsistance.

Les distributions foncières de 1988.

La proclamation de la résolution n° 10 se traduit en 1988 par une distribution des terres aux paysans. Les principes de la distribution des rizières sont identiques à ceux déjà expliqués dans le cas du delta du fleuve Rouge : 10 % des rizières définitivement attribuées aux familles, 10 à 15 % des rizières en "adjudication" et le reste attribué temporairement au prorata du nombre d'actifs par famille. En revanche, l'attribution des terres de collines obéit à des principes moins transparents.

Jardins/vergers

A Ninh Dân, d'importantes surfaces de jardin fournissent les revenus indispensables pour suppléer au déficit de la production de riz. A Thai Ninh, les surfaces en jardin varient fortement d'une famille à l'autre (de 140 à 720 m^2 par habitant). De telles différences tiennent à l'histoire de chaque famille. La politique foncière est sans prise sur cette source de différenciation puisque le jardin fait partie du patrimoine inaliénable de la famille.

Terres à manioc

Certaines terres de collines sont attribuées officiellement aux familles pour la culture du manioc. Elles sont alors sujettes à une taxe de 1 tonne de manioc par hectare (pour des rendements de l'ordre de 10 t/ha). Un plafond théorique de surface est fixé par les autorités locales (360 m^2 par actif plus 120 m^2 par bouche supplémentaire à Thai Ninh). Mais ces attributions se font par l'intermédiaire des brigades de la coopérative, ce qui en opacifie le processus et conduit à des inégalités. Sur ces parcelles, une sécurité foncière suffisante permet aux paysans d'intensifier la culture du manioc (fumure, travai).

Théiers

Les théiers, collectivisés jusqu'en 1989, sont cédés à partir de 1990, sans limitation de surface, aux familles demandeuses. Ces cessions se font en principe contre remboursement à la coopérative de la valeur résiduelle des plants de thé. L'estimation de cette valeur (13 à 30 dongs/pied selon l'âge de la plantation) a provoqué de nombreuses contestations, si bien qu'en 1993 les agriculteurs n'ont toujours pas remboursé la coopérative de la valeur des théiers ainsi acquis. Ici encore, les acquisitions se sont déroulées dans une grande opacité, les paysans proches des dirigeants des coopératives ayant eu l'avantage.

Arbres à bois (eucalyptus notamment)

Ces plantations demeurent la propriété de la coopérative, qui en confie la gestion à des paysans privés. Différents types de contrats sont passés qui précisent les contributions de la coopérative et des paysans ainsi que le partage du produit des ventes. Un programme de boisement financé par des organismes internationaux (Programme des Nations unies pour le développement, FAO, Programme alimentaire mondial) couvre la commune de Ninh Dân où les surfaces plantées sont fortes. A Thai Ninh, les boisements sont moins développés. Dans tous les cas, les contrats relatifs à l'exploitation de ces boisements sont passés avec les notables de la commune, bien placés auprès des responsables de la coopérative et disposant des ressources nécessaires à cette activité.

Friches et landes

Les espaces de friches et de landes constituent la réserve foncière de ces communes. Elles sont aussi un lieu d'indivision accessible au plus grand nombre et permettant de tamponner les inégalités résultant du mode d'appropriation des autres types de terre. Officiellement, ces terres peuvent être attribuées aux paysans en vue d'un reboisement. Si au bout de trois ans aucun reboisement n'a été entrepris, les terres sont reprises par la coopérative (directives nationales). Mais, en réalité, les paysans qui défrichent et cultivent ces terres n'ont en général aucune intention de les reboiser. Ils les exploitent en terres à manioc sans aucune sécurité foncière. Laborde-Debat (1990) a montré l'existence de ce deuxième système de culture à base de manioc, où, pendant trois ans, les paysans tirent parti de la fertilité résiduelle des sols, sans restitution minérale ni organique. Ce système "extensif" tient avant tout au statut foncier des parcelles dont les paysans savent qu'ils ne pourront les utiliser plus de trois ans. Les autorités locales voient dans une telle situation un élément de régulation sociale donnant aux plus démunis un accès à une source d'accumulation : l'élevage de porcs nourris au manioc. L'alibi du reboisement n'est qu'une couverture officielle et le retrait au bout de trois ans correspond à la nécessité de restituer la fertilité de ces sols exploités de façon minière.

Les friches et les landes servent à d'autres fins :

- agrandissements illicites de jardins ou constitutions illicites de nouvelles plantations de thé sanctionnés dans un premier temps par une amende, mais entérinés ensuite par les autorités locales qui prélèvent sur ces terres l'impôt des jardins ou du thé ;
- zones licites d'installation des jeunes.

Enfin rappelons leur utilisation comme parcours pour l'élevage des ruminants, qui revêt une plus grande importance à Thai Ninh où l'emprise des jardins et des boisements est moins forte qu'à Ninh Dân. Les friches et les landes, dont la gestion se révèle très flexible, sont un élément clé de la politique foncière au niveau local. Leur attribution, temporaire ou définitive, officieuse ou légale, constitue un levier par lequel les autorités locales peuvent assurer au plus grand nombre un accès à la ressource terre.

L'application de la loi foncière de 1993

Avec la loi foncière de 1993, les rizières et les terres de collines doivent être attribuées. Ce processus est en cours à Thai Ninh et à Ninh Dân. Il ne changera pas beaucoup la situation dans les rizières, où, mis à part quelques réajustements de faible ampleur, la situation de 1992 perdurera. En revanche, il affectera la gestion des terres de collines. A Ninh Dân, les autorités locales ont fixé un plafond de 4 ha par famille pour l'attribution des terres de collines. Pour une famille de six (chiffre très courant dans les collines), ce plafond correspond à une surface de 6700 m^2/hab., ce qui dépasse de beaucoup la disponibilité moyenne en terres de collines (918 m^2/hab. ; cf. tableau V). Quand on sait que les attributions se font au vu de la capacité des familles, en termes de main-d'œuvre et de capital, à mettre ces terres en valeur, on peut s'inquiéter des résultats d'une telle politique. En particulier, la flexibilité dans la gestion des friches et des landes et leur accessibilité au plus grand nombre risquent d'être remises en cause par ce processus de privatisation. Dès lors, il paraît primordial de réfléchir avec les autorités et les populations à des solutions qui, tout en respectant l'esprit des directives nationales, préservent les processus de régulation par lesquels l'ensemble de la population peut avoir accès aux sources d'accumulation économique et en particulier aux terres de friches et de landes. La décision du comité populaire de Ninh Dân de conserver la gestion directe de 10 % des friches et des landes est encourageante.

Conclusion

Au Nord-Vietnam, les rizières appartiennent à la sphère vivrière. Les sources d'accumulation économique sont étrangères à la riziculture. Dans le delta du fleuve Rouge, l'accumulation économique dépend de la capacité des familles à mobiliser main-d'œuvre et capital dans des activités telles que cultures sèches d'hiver, élevage, transformation des produits agricoles. Certaines communes se sont spécialisées dans des cultures très rémunératrices (litchis...). Dans les collines, l'accumulation économique est liée à la pratique d'activités agricoles comme l'élevage, l'arboriculture fruitière, la théiculture et la vente de bois. La politique foncière de l'Etat, appliquée avec beaucoup de marge de décision par les communes, vise d'abord à assurer au plus grand nombre l'indispensable base vivrière par l'attribution très égalitariste des rizières. Pour le reste, les attributions individuelles des autres types de terre, base de l'accumulation, répondent beaucoup moins aux exigences de l'idéal égalitariste. La privatisation de certaines terres préalablement en indivision risque d'accentuer les différenciations et, à terme, les exclusions. Ce constat en demi-teinte n'exclut pas que, localement, la conduite de la politique foncière puisse préserver des systèmes anciens de régulation de l'accès à la terre, des espaces de solidarité, auxquels de nombreux Vietnamiens, surtout dans les zones rurales, restent encore attachés. C'est un des rôles des recherches-système que de favoriser l'identification et le maintien de ces mécanismes.

Références bibliographiques

Gourou P., 1936. *Les paysans du delta tonkinois.* Paris, France, Les Editions d'Art et d'Histoire, 666 p.

Brocheux P., 1990. La réforme agraire, la révolution verte en Asie du Sud-Est : alternative ou indispensable association ? *In : Sociétés paysannes du tiers-monde,* C. Coquery-Vidrovitch éd., Paris, France, L'Harmattan, p. 253-269.

Dang Dinh Quang, 1993. *Installation des jeunes dans les collines de la moyenne région.* Mémoire, Ecole supérieure d'agronomie tropicale, Montpellier, France, 70 p.

Du Van Châu, 1993. *La redistribution des terres dans les coopératives de Quoc Tuan et Thanh Thuy.* Hanoi, Vietnam, INSA, 14 p.

Laborde-Debat O., 1990. *Etude de la culture du manioc dans une coopérative des collines du fleuve Rouge (Vietnam) : Rôle dans l'évolution du système agraire.* Mémoire, Ecole supérieure d'agronomie tropicale, Montpellier, France, 71 p.

La nature de la dynamique du système coton au Mali

Fok A.C. Michel
CIRAD-CA, BP 5035, 34032 Montpellier cedex 1, France

Résumé

Il est proposé de considérer que la dynamique du système coton au Mali, défini comme l'ensemble de tous les acteurs impliqués de manière opérationnelle ou institutionnelle dans la production et la transformation du coton, est le résultat de la succession de contradictions et de résolutions de ces dernières. Cette succession n'est ni déterminée ni fatale, car c'est fondamentalement la liberté de manœuvre des acteurs perçus qui peut les amener à s'opposer aux solutions décrétées ou au contraire à adhérer aux solutions qui leur paraissent acceptables. Le mécanisme proposé contient son propre influx, en particulier du fait de la possibilité des acteurs non perçus par les décideurs à un moment de revendiquer à être vus, afin que leurs propres intérêts soient pris en compte, lorsque des changements de contexte leur laissent cette opportunité. Nous avons procédé à la validation de notre hypothèse en nous référant à près d'un siècle d'histoire de développement de la culture du coton au Mali. Nous avons mis en évidence les capacités endogènes d'adaptation lorsque le contexte autorisait l'apprentissage avec sa contrainte de durée. Notre proposition nous conduit à insister sur l'intérêt de l'identification des contradictions qui couvent à un moment donné comme préalable à toute formulation de politique agricole.

Mots clés

Coton, dynamique, système, acteur, apprentissage collectif, politique agricole, organisation paysanne, Mali.

Abstract

Dynamics of the Cotton System in Mali

The cotton system is defined as consisting of all actors implicated, directly or indirectly, in the production or processing of cotton. It is suggested that the cotton system in Mali is the result of a succession of contradictory actions and of decisions made by these actors. The succession is neither predetermined nor inevitable, as the actors are free to oppose prescribed solutions or to adhere to others that they find more acceptable. The suggested mechanism is self-generating, particularly as it is possible for those not recognized as actors to take advantage of opportune moments to demand that their interests be considered. Our hypothesis has been validated by reference to almost 100 years of cotton production and trade in Mali. We have demonstrated that there is an endogenous capacity for adaptation to change provided collective learning is possible and the associated time constraint can be overcome. We conclude from our results that it is essential, prior to formulation of agricultural policies, to identify any contradictions that may arise.

La nature de la dynamique du système coton au Mali

Les réalisations obtenues dans la zone dite du Mali Sud, encadrée aujourd'hui par la Compagnie malienne pour le développement des textiles (CMDT), sont intéressantes bien au-delà de la simple progression de la production de coton (figure 1). A titre indicatif, la culture attelée est pratiquée par plus de 75 % des exploitations, l'approvisionnement en matériel de culture attelée étant transféré aujourd'hui à une association de forgerons ruraux ; quant aux associations villageoises (AV), elles assument la commercialisation de 80 % de la production cotonnière de la zone.

Ces acquis ont conduit à des appréciations élogieuses (Braud, 1989 ; Banque mondiale, 1988), alors que d'autres auteurs en signalent les limites (Freud, 1988 ; Kleene *et al.*, 1989 ; Amselle et Benhamou, 1985 ; Le Roy *et al.*, 1991) ou en dénoncent les effets négatifs (Sy, 1981 ; Van der Pol, 1990).

Le manque de grille de lecture globale du système coton (entendu comme l'ensemble des acteurs impliqués de manière opérationnelle ou institutionnelle dans toutes les activités liées à la production et à la valorisation du coton) pour relier aspects positifs et négatifs est manifeste.

Notre recherche vise à proposer une telle grille. Nous avons procédé à la validation de l'hypothèse retenue en la confrontant aux faits historiques de près d'un siècle, et nous

avons tenté de montrer son intérêt dans le domaine de la politique agricole.

Contradictions/résolutions : influx du système coton

Nous formulons l'hypothèse que l'évolution du système coton est le résultat d'une succession de contradictions des intérêts des acteurs impliqués ("contradictions") et des solutions apportées ou non pour les résoudre ("résolutions"). Par "contradiction", nous entendons le non-recouvrement des intérêts ou des objectifs des acteurs à un moment donné, dans une situation donnée. En d'autres termes, le fait que A cherche à atteindre son objectif propre peut empêcher B de faire de même et vice versa. Il s'ensuit que la situation de contradiction correspond à un obstacle empêchant chacun de cheminer vers son propre intérêt. Par "résolution", nous signifions l'émergence d'une situation nouvelle au sein de laquelle chacun des acteurs peut poursuivre ses objectifs propres (Campagne, 1982).

Toute contradiction n'est cependant pas forcément résolue ; il en découle que la dynamique est faite d'avancées et de reculs, une avancée ne préservant pas d'un recul ultérieur, et un recul n'hypothéquant pas les chances d'une avancée prochaine.

Par ailleurs, il n'y a pas d'unicité de solution à une contradiction, car est résolution toute solution jugée acceptable, l'indéterminisme de la dynamique est ainsi de règle. Acceptable seulement et non optimale, la solution retenue ne préserve dès lors pas de l'émergence de contradictions ultérieures (Crozier et Friedberg, 1981). De ce fait, la dynamique contient l'influx pour son évolution ultérieure. C'est notamment le cas lorsque des acteurs, non perçus par ceux qui ont été à l'origine d'une résolution antérieure (et donc non associés à cette résolution), profitent d'une situation nouvelle pour se faire voir, en créant une situation de blocage suffisamment évidente, afin que leurs intérêts soient pris en considération.

Notre démarche ne s'inscrit pas dans une optique d'évaluation des politiques agricoles. Elle intègre cependant les chocs introduits par la mise en œuvre de ces dernières, sous la forme de moyens nouveaux pour mieux produire ou sous la forme d'opportunités nouvelles, pour certains acteurs impliqués, de mieux faire valoir leur rôle et revendiquer ainsi compensation. La politique agricole se pose donc comme une des causes de la dynamique du système coton.

Suivant notre hypothèse, la réalité observée à un moment donné est le résultat direct des solutions apportées ou non aux contradictions antérieures. Elle contient les germes d'évolution sous la forme de contradictions latentes, dont l'identification se pose comme un élément important de la phase de diagnostic, préalable à toute formulation de politique.

L'histoire des résolutions des contradictions du système coton

Le système coton existait bien avant l'arrivée des Français dans cette contrée relevant de l'ex-Soudan français et devenue depuis le Mali (Vuillet, 1925). C'est cependant à partir de la colonisation que ce système local préexistant allait subir les chocs exogènes.

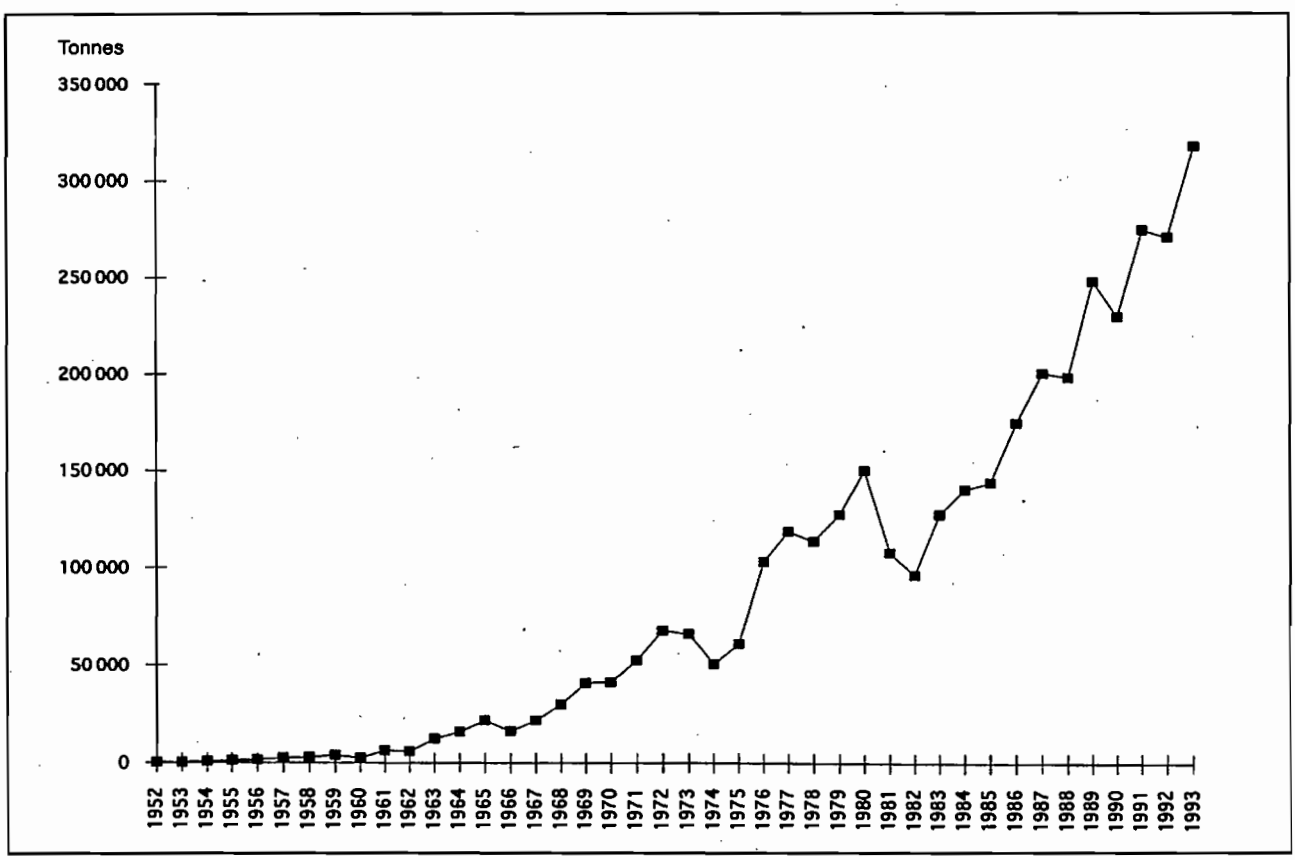


Figure 1. *Evolution de la production de coton-graine au Mali (d'après les rapports annuels de la CFDT et de la CMDT).*

Un demi-siècle de mépris des intérêts des paysans

L'insuffisance de l'offre de coton sur le marché international suite à la guerre de Sécession en Amérique incita à chercher à diversifier les sources d'approvisionnement et à considérer la production des colonies françaises (Poulain, 1863), sans que les pouvoirs publics passent effectivement aux actes.

C'est finalement le développement spectaculaire de l'industrie textile américaine dans la seconde moitié du XIX^{e} siècle, avec pour conséquence immédiate la réduction du surplus exportable américain, qui donna le départ à l'aventure cotonnière pour nombre de puissances coloniales européennes.

Dans l'ex-Soudan français, le gouverneur général de Trentinian donna instruction, en 1895, à ses administrateurs de porter attention à la production locale de coton (Mademba, 1931). Le démarrage de la politique de développement du coton au Mali est ainsi daté.

De l'exploitation du coton local, on passait dès 1898 à la production de coton aux qualités requises, lorsque l'on dut tenir compte de l'exigence des industriels en matière de longueur minimale des fibres. Cet ajustement conduisit le système local au contact des promoteurs du coton africain, constitués d'industriels, d'investisseurs et des représentants des pouvoirs publics, coloniaux ou métropolitains.

L'absence de stratégie définie, l'ignorance de la concurrence du marché local détournaient les paysans de l'adhésion à l'objectif de la production pour l'exportation. Avec les prix pratiqués sur les marchés administrés par le pouvoir colonial, le coton relevait en effet de la corvée aux yeux des paysans (Henry, 1925).

Face à cette contradiction, on usa d'abord du pouvoir institutionnel en rendant obligatoire la culture du coton en 1912 (Schreyger, 1984), mais les tonnages exportés restèrent médiocres. Le renforcement de la coercition suggéré par les acteurs industriels impliqués (Freud, 1988) n'y fit rien, démontrant ainsi la capacité de résistance des acteurs, même face à la chicote.

Cet échec rendit les promoteurs du coton africain sensibles à l'alternative de la production en irrigation, vantée par Bélime (1931), pour aboutir à l'établissement de l'Office du Niger. Ce changement de solution n'apportera pas les résultats escomptés : la production de coton-graine sous irrigation n'a jamais dépassé 10 000 t, et disparaîtra en 1968.

L'absence des résultats escomptés d'une part et la croissance de l'offre sur le marché international au début des années 40 d'autre part (progrès techniques de production) enlevèrent tout intérêt à l'implication des industriels français pour la promotion du coton soudanais. L'exacerbation de la concurrence sur le marché des textiles faisait alors accorder plus d'importance au prix de la matière première qu'à son origine. Cela aurait pu sonner le glas du volontarisme pour le développement du coton, si ce dernier ne s'était révélé être la solution à une nouvelle contradiction.

Une dynamique vertueuse et ses embûches

La part du coton (importé alors en dollars "lourds") dans le déficit de la balance commerciale de la France pendant et après la Seconde Guerre mondiale (environ 20 % du déficit total) convainquit les pouvoirs publics de l'importance d'une réelle production dans les colonies. Par ailleurs, la mise en œuvre de plans de développement économique et social dans les colonies, dont les charges récurrentes devaient être supportées par les territoires, rendit nécessaire le développement d'activités fiscalisables. Dans l'ex-Soudan français, où dominait l'activité agricole, seul le coton semblait présenter des atouts, du fait de sa forte valeur à l'unité de poids, pour supporter les frais de transport (Présidence du Conseil, 1954).

C'est ce constat qui conduira à la création de l'Institut de recherches sur le coton et les textiles exotiques (IRCT) en 1946, puis de la Compagnie des textiles de l'Union française en 1949, devenue un an plus tard la Compagnie française de développement des fibres textiles (CFDT).

La CFDT eut le mérite de tirer les leçons des échecs passés et sut expliciter une stratégie (figure 2). Par la prise en compte des intérêts des producteurs, cette stratégie établira des relations de confiance, fera augmenter production et rentrées fiscales, et rendra plus aisée l'obtention de soutiens financiers.

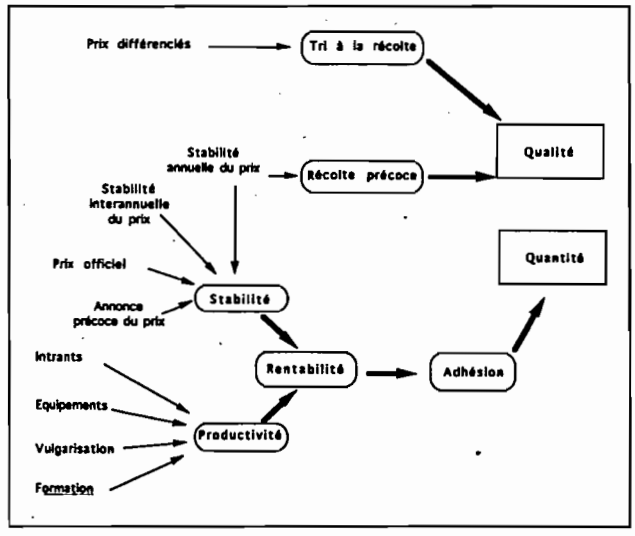


Figure 2. La stratégie mise en œuvre par la CFDT (d'après CFDT, 1952).

L'exécution des actions ne garantit cependant pas contre des contradictions qu'il a fallu résoudre.

L'agriculture moderne introduite par la CFDT posait des problèmes de gestion et de maintenance dès le milieu des années 60. La réduction de la rentabilité escomptée de l'équipement, du fait des pannes fréquentes non réparées à temps, pouvait détourner les paysans de l'acquisition de ce capital, alors que ce dernier est supposé être facteur de progrès de la productivité permettant de stabiliser voire renforcer l'adhésion des paysans à la culture cotonnière.

La solution à cette contradiction ne fut pas immédiate. Une plus grande décentralisation des lots complets de pièces de rechange se révéla d'abord insuffisante pour toucher les paysans. La circulation, dans les foires hebdomadaires, d'une camionnette chargée des pièces de rechange nécessaires ne comblait pas les besoins qui survenaient entre les foires.

C'est seulement après ces deux expériences que l'on songea aux forgerons villageois, après formation préalable, pour fabriquer certaines pièces et pour gérer des dépôts d'autres. Ce fut le point de départ de ce qui deviendra la profession-

nalisation du monde rural dont nous avons indiqué l'aboutissement aujourd'hui. Le cas évoqué met en évidence le rôle de l'apprentissage collectif (avec sa période de tâtonnement et son exigence en durée) dans l'invention d'une solution féconde en la matière.

La mise en œuvre des actions de la CFDT et les résultats palpables en termes de gain de revenu monétaire au profit des paysans aboutirent à une sorte de renversement de pouvoir entre les paysans et les moniteurs.

La détention d'un "droit pour produire correctement le coton" dans la distribution des intrants, la gestion du crédit agricole face à des paysans illettrés et la responsabilité de l'appréciation de la qualité du coton (à laquelle est appliqué un différentiel de prix) conférèrent à l'encadrement des pouvoirs dont certains de ses membres abusèrent en visant un objectif d'enrichissement personnel au détriment du revenu des paysans producteurs. De tels cas de malversation furent dénoncés au cours de la campagne 1973-74 et ébranlèrent la confiance patiemment construite.

Face à cette nouvelle contradiction, un cadre de base eut l'idée de transférer l'activité de la gestion de crédit et de la commercialisation du coton-graine aux villageois préalablement formés, ce qui se concrétisera par la création de la première AV dès 1974-75. Elle séduisit les paysans, conscients de leur intérêt à s'affranchir de la dépendance d'une tierce partie pour ce qui touche directement à leur revenu. L'invention aussi porteuse qu'est la formule AV fut au départ le fruit d'une crise ; elle put s'exprimer car la CMDT (qui prit la relève de la CFDT en 1974-75) était acculée à rétablir la confiance auprès des paysans. L'encadrement y vit les possibilités de reconversion et de promotion à travers l'activité de la formation des villageois, et les bailleurs de fonds y retrouvaient leur principe de développement participatif.

Des observateurs extérieurs traduisirent le succès de ce qui n'était que celui d'une externalisation de service en volonté d'auto-prise en charge du développement par les villageois. Cela incita à constituer un nouveau découpage d'encadrement appelé Zone d'animation et d'expansion rurale (ZAER), en regroupant plusieurs AV avec comme objectif de pousser plus loin le transfert des responsabilités aux paysans. Le partage de cet objectif par les bailleurs de fonds apportera les moyens à la deuxième phase du projet Mali Sud.

Le transfert a concerné en particulier le relevé statistique à réaliser à terme par un jeune alphabétisé au sein de chaque exploitation et sa centralisation par les équipes techniques villageoises de chaque AV. Le fait que toutes les exploitations ne disposaient pas de jeunes alphabétisés fit retomber la responsabilité du relevé aux équipes techniques, qui se récrièrent devant l'alourdissement de leur tâches (CMDT, 1989), contestation que répercutèrent les responsables villageois.

La CMDT traita très rapidement avec ces derniers et augmenta les primes de commercialisation du coton dans les AV réunies en ZAER pour compenser le surcroît de travail, sans cependant s'oocuper de la redistribution effective au sein des villages. La solution plut aux villages qui voyaient s'accroître très sensiblement les recettes collectives. Elle eut pour effet de faire taire les contestations des jeunes des équipes techniques, catégorie d'acteurs non encore perçue alors par la CMDT, mais pas les protestations passives. On constate en effet que la formule ZAER marque le pas et que les jeunes ne semblent pas enthousiastes pour s'alphabétiser ou se former (CMDT, 1993). L'insatisfaction dans la rémunération perçue et le refus de partage par les dépositaires traditionnels de pouvoir que sont les anciens (IMRAD, 1991) en sont les causes. Il s'agit d'une situation de blocage émanant d'acteurs non perçus et revendiquant de l'être.

Il est à noter que l'absence de souci de partage par les dépositaires traditionnels de pouvoir ne s'exprime pas seulement à l'encontre des jeunes. L'accaparement des nouvelles formes de pouvoir résultant du fonctionnement des AV est à l'origine de vives dissensions conduisant à l'éclatement d'une AV en plusieurs dans un nombre croissant de villages.

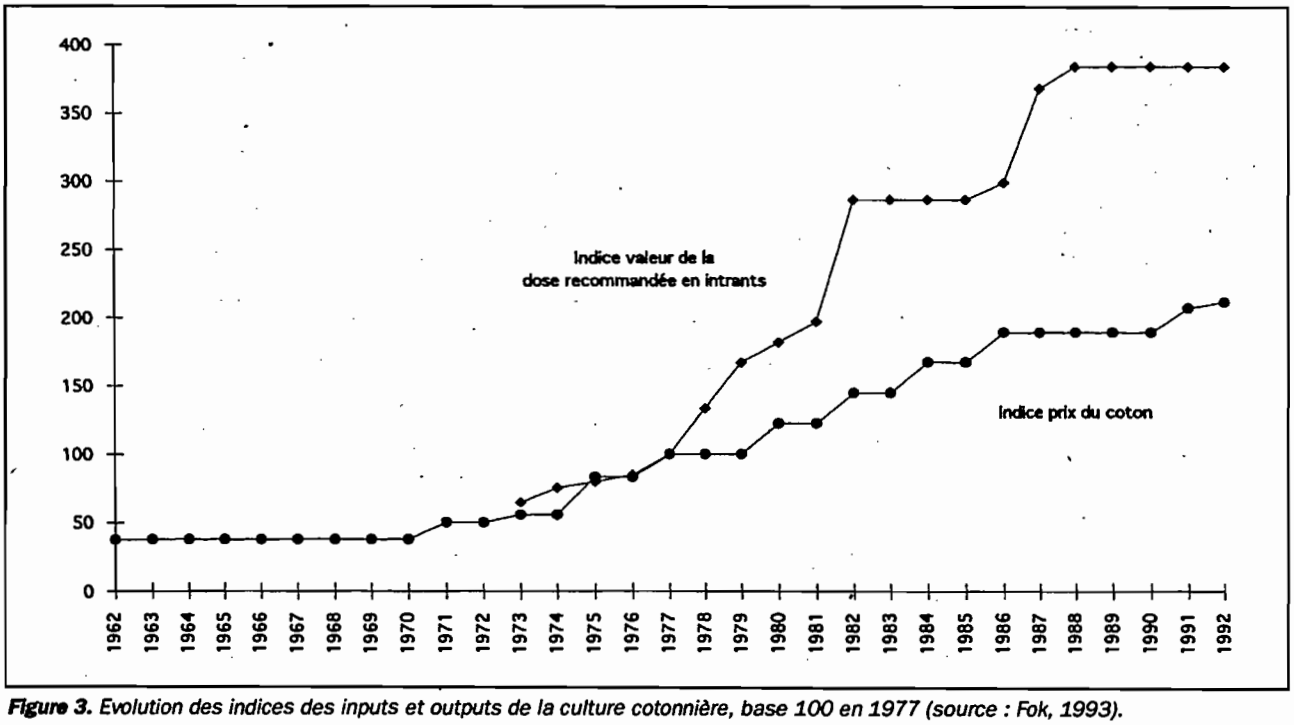


Figure 3. *Evolution des indices des inputs et outputs de la culture cotonnière, base 100 en 1977 (source : Fok, 1993).*

Les facteurs déterminant l'évolution future du système coton

En 1992, les paysans tentèrent de boycotter la commercialisation du coton produit et la constitution du Syndicat des producteurs de coton et de vivriers (SYCOV) donna un écho de grande ampleur à leurs revendications. La même année, le personnel des usines d'égrenage se mit en grève, protestant contre la primauté attribuée à la partie agricole au sein de la CMDT. Ces événements, certes favorisés par le contexte politique, attestent de l'existence de contradictions majeures à l'état latent, facteurs de l'avenir du système coton.

Il est clair qu'il faudrait procéder, dans la formulation d'une politique agricole, à une identification la plus exhaustive possible de ces facteurs pour disposer d'une vision plus complète de la réalité à un moment donné. Nous présenterons ici quelques-unes de ces contradictions, qui ont été traitées plus complètement par ailleurs (Fok, 1993).

Contradiction entre objectifs et signaux économiques

Cette contradiction est la plus manifeste dans le cadre du volontarisme des décideurs en faveur de l'intensification des cultures. Ce volontarisme traduit autant le souci d'une amélioration de la productivité de la terre pour rentabiliser la culture que celui de contrer l'exploitation minière des sols cultivés. Ce volontarisme a cependant occulté le facteur défavorable que représente la dégradation du rapport des prix des intrants et du coton (figure 3).

Si l'on admet que l'objectif recherché par les paysans est davantage le gain de productivité du travail (Campagne et Raymond, 1993), l'amélioration de la productivité de la terre ne constitue qu'un moyen, que l'on peut délaisser s'il paraît trop coûteux ; or une réduction de subvention des intrants correspond à un renchérissement du prix relatif de ces derniers. L'exacerbation de l'extension en surface et/ou de l'extensification accompagnée d'un surcroît de travail demandé à la main-d'œuvre familiale (CMDT, 1991 ; Berkmoes *et al.* 1990 ; Fok, 1993) est donc rationnelle.

Le principe de réduction voire de suppression de la subvention des intrants est avancé par les décideurs. L'adaptation des paysans conduit à accentuer l'exploitation minière des sols que ces mêmes décideurs se disent préoccupés de combattre. Il y a manifestement contradiction entre les objectifs proclamés et les signaux économiques émis, faisant peu de cas de la rationalité économique des paysans producteurs.

L'antagonisme entre les préoccupations du court et du long terme

Cet antagonisme se manifeste à travers la mise en œuvre des actions destinées à préserver la durabilité des systèmes de production.

On ne lésine pas sur les moyens en faveur d'une telle durabilité. Quatre bailleurs de fonds interviennent pour financer séparément des actions assez semblables dans leurs approches et contenus (établir le bilan de la dégradation, sensibilisation des paysans, assistance technique dans la réalisation d'actions collectives ou individuelles). D'une part, l'essoufflement des actions collectives, du fait de leur effet différé, des difficultés d'organisation (CMDT, 1988) et des conflits d'intérêts (Leener *et al.* 1992), et d'autre part le repli sur les actions individuelles dénotent une insuffisance de partage de l'objectif entre les acteurs au sein de la communauté rurale, hypothéquant les chances de l'atteindre (Crozier et Friedberg, 1981). Le gaspillage des sommes investies essentiellement dans la sensibilisation sans incitation monétaire est à craindre car, fondamentalement, l'incursion dans la tactique des paysans face au problème de la durabilité fait défaut.

La survie dans le court terme constitue la meilleure garantie pour la durabilité à plus longue échéance, comme l'énonce admirablement Ndione (1992) : *"De fait, la vie est comme un immense pâturage où l'on va cueillir tout ce qui peut se laisser cueillir, c'est-à-dire chercher tout ce qui peut permettre la vie pour l'immédiat, ou la constitution d'une réserve fourragère pour plus tard."*

Il semble dès lors qu'il faille chercher à rendre compatibles les actions de préservation de la durabilité avec le souci de "la vie pour l'immédiat".

Les actions actuellement engagées ne sont pas réellement favorables à cette compatibilité. Dévier le travail au profit d'actions collectives à effet différé sur le revenu (comme certaines techniques de lutte anti-érosive, par exemple) peut être perçu comme contraire à l'amélioration du revenu dans le court terme. La difficulté de mettre à l'abri la "réserve fourragère" constituée contre la prédation d'autres acteurs (comme c'est le cas pour la partie forestière des terroirs villageois) n'est pas incitative pour la réalisation d'une telle réserve.

La mise en place des moyens, afin que l'objectif de gestion de terroir puisse paraître accessible aux yeux des acteurs impliqués, est assurément l'un des défis majeurs lancés à l'invention collective au sein du système coton.

Passivité devant la recomposition des exploitations rurales

Le phénomène d'éclatement des exploitations familiales n'est pas vraiment récent mais semble s'accentuer au regard des études récentes.

Le renforcement du recours au travail familial, sans qu'il y ait en retour une rémunération pouvant être jugée équitable par les "actifs", peut nourrir chez ces derniers le sentiment d'être exploités et alimenter les dissensions au sein des unités de production. L'importance de ces dissensions à l'origine de l'éclatement est en effet rapportée (tableau I).

Sans porter de jugement normatif sur ce phénomène commun à d'autres agricultures, les conséquences sur l'effica-

Tableau I. Création d'exploitations nouvelles dans la zone de la CMDT (d'après CMDT, 1991).

Région	Exploitations nouvelles		
	Nombre total	Par éclatement	Par migration
Fana	943	51	49
Bougouni	586	75	25
Sikasso	1 204	61	39
Koutiala	488	75	25
San	711	90	10
Total CMDT	3 932	69	31

cité d'ensemble de la filière cotonnière méritent d'être cernées.

L'éclatement d'une exploitation se traduit le plus souvent par un partage inégal des facteurs de production entre l'exploitation mère et l'exploitation fille (ou les exploitations filles). La première se trouve le plus souvent manquer de bras pour valoriser tout l'équipement qu'elle accapare lors de la scission, alors que la seconde manque d'équipement pour valoriser le savoir acquis dans la culture correcte du coton (CMDT, 1991). La dégradation des prix des inputs et ouputs nuit au processus d'accumulation (Campagne et Raymond, 1993), de sorte que la demande en équipement des nouvelles exploitations devient plus difficile à satisfaire. L'ignorance de cette contradiction comporte le risque d'un gaspillage de capital humain représenté par les jeunes ayant défié leurs aînés. Cela affecte la productivité, et donc la compétitivité de l'ensemble de la filière, que l'on veut par ailleurs promouvoir pour faire face aux fluctuations des cours du marché international.

Conclusion

La grille de lecture de l'évolution du système coton que nous avons proposée relève d'une approche systémique centrée sur l'analyse des relations entre les acteurs perçus.

La confrontation de cette grille aux faits historiques indique que le système coton a évolué au gré d'une succession de contradictions et de leurs résolutions.

Cette succession n'est ni déterminée ni fatale, tout dépendant de la manière dont les solutions sont mises en œuvre. Lorsque le contexte se prêtait à l'apprentissage collectif, la résolution de contradictions a donné lieu à des solutions qui furent à l'origine d'acquis indéniables dans le domaine de la professionnalisation du monde rural et de l'organisation des villages, confirmant ainsi une grande capacité endogène d'invention pour l'adaptation à un environnement changeant.

La mise en œuvre de ces solutions a fait évoluer le système coton et a généré des contradictions nouvelles qu'il convient de résoudre, ce qui nous ramène à la politique agricole. Notre hypothèse sur l'évolution du système coton indique l'importance de l'identification de ces contradictions pour proposer des solutions à de vrais problèmes, et illustre l'impact de l'approche systémique en formulation de politique.

Remerciements

La recherche réalisée a bénéficié de la participation de la CFDT et de la CMDT, ainsi que des conseils de Mme C. Fourcade (université de Montpellier I) et de P. Campagne (IAMM). Nous leur exprimons nos sincères remerciements.

Références bibliographiques

Amselle J.L., Benhamou J., 1985. *Réactualisation de la filière coton au Mali, 1984-85. Rapport de mission d'évaluation*, Paris, France, CCCE, 147 p.

Banque mondiale, 1988. *Le secteur du coton au Mali : sa viabilité économique et financière, un calendrier de réformes.* Document de l'IDA., Washington, USA, Banque mondiale.

Bélime E., 1931. La situation et l'avenir de la culture cotonnière en Afrique Occidentale Française. *In : Congrès des produits coloniaux. Textiles végétaux*, Exposition coloniale internationale, Institut national d'agronomie coloniale, Ministère des Colonies, Abbeville, France, Imprimerie F. Paillart, p. 108-140

Berckmoes W.M., Jaeger E.J., Koné Y., 1990. L'intensification agricole au Mali Sud, souhait ou réalité ? Amsterdam, Pays-Bas, Royal Tropical Institute, 40 p. (Bulletin n° 318).

Braud M., 1989. La filière coton en Afrique de l'Ouest et du Centre : un îlot de progrès dans un océan de morosité, *In :* Séminaire CIRAD du 7 novembre 1989, Montpellier, France, 16 p.

Campagne P., 1982. Etat et paysans : la contradiction entre deux systèmes de reproduction. Economie rurale, 147-148 : 37-44.

Campagne P., Raymond G., 1993. Une modernisation réussie : le coton en Afrique de l'Ouest. *In :* Séminaire CERDI/CIRAD "Conditions internationales des politiques agricoles, Clermont-Ferrand, France, novembre 1992, 36 p.

CFDT, 1952. Note sur l'action entreprise par la CFDT en vue du développement de la production du coton en culture sèche en AOF. *In :* Conférence cotonnière de Dakar, juin 1952, document ronéo, 18 p.

CMDT, 1988. *De la lutte anti-érosive vers l'aménagement de terroir. Réflexion sur le développement des action de conservation des sols dans la zone CMDT.* Document du projet Lutte Anti-Erosive, 15 p.

CMDT, 1991. *Etude des nouvelles exploitations selon leur origine : éclatement et migration.* Bamako, Mali, CMDT (Cellule d'évaluation), 7 p.

CMDT, 1993 Adaptation du dispositif d'encadrement de la CMDT. Résultats du séminaire de Ségou, 1-5 mars 1993, 37 p.

Crozier M., Friedberg E., 1981. *L'acteur et le système, les contraintes de l'action collective.* Paris, France, Le Seuil (collection Points), 478 p.

De Leener P., Sokona K., Tangara S., 1992. Ecart de perception et reboisement. *In : Avenir des terroirs : la ressource humaine,* ENDA Editions (collection Recherches populaires), 301 p.

Fok A.C. M., 1993. *Approche historique du développement du coton au Mali par analyse des contradictions : les acteurs et les crises de 1895 à 1993.* Mémoire DEA, université de Montpellier I et ENSAM, France, 210 p.

Freud C., 1988. *Quelle coopération ? Un bilan de l'aide au développement.* Paris, France, Karthala, 270 p.

Henry Y., 1925. La culture du cotonnier en Afrique Occidentale. *In : Travaux et Notices de l'Académie d'agriculture de France*, tome II, 31 p.

IMRAD, 1991. *Etude de l'évolution des organisations villageoises dans le cadre de Mali Sud III. Expression et opinions des différents groupes sur le fonctionnement des organisations paysannes : leurs activités-relations avec les groupes et les partenaires extérieurs.* Bamako, Mali, IMRAD.

Kleene P., Sanogo B., Vierstra G., 1989. *A partir de Fonsebougo. Tome 1 : Système de production au Mali.* Bamako, Mali, IER, Amsterdam, Pays-Bas, Institut Royal des Tropiques, 149 p.

Le Roy E., Moineau J., Rocaboy J.C., 1991. *La CMDT et les institutions rurales dans le cadre de Mali Sud III.* Paris, France, APREFA-LAJP, 95 p.

Mademba A., 1931. *Au Sénégal et au Soudan français*. Paris, France, Librairie Larose, 1931

Ndione E.S., 1992. *Le don et le recours, ressorts de l'économie urbaine.* Dakar, Sénégal, ENDA Editions (collection Recherches populaires), 210 p.

Poulain H. 1863. *Production du coton dans nos colonies.* Paris, France, Challamel Aîné, libraire-éditeur, 85 p.

Présidence du Conseil, 1954. *Rapport du Groupe de travail pour le coton.* Groupe d'étude des fibres textiles, Commissariat général au plan, 29 p.

Schreyger E., 1984. *L'office du Niger au Mali, 1932 à 1982.* Editions Steiner, 387 p.

Sy O., 1981. *Evolution du système agraire sénoufo et politique agricole dans la zone Mali Sud.* Mémoire de 3e cycle de l'IEDEX, université de Paris I Panthéon-Sorbonne, 257 p.

Van der Pol F., 1990. Soil mining as a source of farmers' income in southern Mali. *In : Savanes d'Afrique, terres fertiles ?*, 10-14 décembre 1990, Montpellier, France, CIRAD, p. 403-418.

Vuillet J., 1925. *Culture sèche du cotonnier en Afrique Occidentale Française.* Document ronéo, 96 p.

Agricultural Price Policy and Export and Food Production in Cameroon

A Farming Systems Analysis of Pricing Policies

Heidhues F[1]; Kamajou F[2]; Chataigner J[3]; Griffon M[4]; Fadani A[1]; Madi Ali[2]; Temple L[3]

[1]University of Hohenheim, Stuttgart, Germany

[2]University of Dschang, Cameroon

[3]Institut national de la recherche agronomique (INRA), Montpellier, France

[4]Unité de recherche en prospective et politique agricole (URPA), Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD), Paris, France

Abstract

This paper presents a farming system based policy analysis of the impact of price policy changes on food and export crop production in Cameroon. It is founded on a survey of farm households in Cameroon's four main export crop regions: the north, the southwest, the west, and the littoral, with cotton, cocoa, arabica coffee, and robusta coffee, respectively, as the base export crop in the farming system. Farm models have been formulated to show the direction of changes in production, income, regional and gender-specific income distribution, and labor markets that declining export prices are causing at macro level, and the impact of policy changes at farm household level. The paper concludes that price policy has a significant impact on production of export and food crops. It emphasizes the importance of productivity-increasing innovations in food production, and of institutional improvements in agricultural finance, agricultural input supply, and services for women. The models also allow an evaluation of the farm level impact of devaluation of the CFAfr, although the analysis was not carried out, as data collection in the field was completed prior to the devaluation of January 1994.

Key words

Price policies, policy analysis, farming systems, farm household models, export crops, food crops, linear programming (LP) models, Cameroon.

Résumé

Politique des prix agricoles, exportation et production agricole au Cameroun. Une analyse de la politique des prix selon une approche systémique

Ce document présente une analyse systémique de l'impact des politiques des prix sur la production et l'exportation de produits agricoles au Cameroun. L'analyse se base sur une enquête réalisée dans les exploitations agricoles des quatre principales zones exportatrices de produits agricoles du Cameroun : le nord pour le coton, le sud-ouest pour le cacao, l'ouest pour le café arabica et le littoral pour le café robusta. Des exemples d'exploitations sont présentés pour montrer les changements survenus au niveau du marché du travail, de la production, des revenus et de la répartition des revenus en fonction du sexe et de la région, à l'échelle nationale à cause de la chute des prix à l'exportation, ainsi qu'à l'échelle de la famille agricole à cause de la politique des prix. La conclusion du document est que la politique des prix a un impact réel sur la production et l'exportation des produits. Il souligne l'importance des innovations visant à augmenter la productivité agricole et à abattre les obstacles institutionnels au financement de l'agriculture, à la fourniture d'intrants et à la prestation de services aux femmes. Les exemples permettent aussi d'estimer l'impact de la dévaluation du Franc CFA sur l'agriculture, bien qu'aucune analyse n'ait été faite puisque la collecte des données à été terminée avant la dévaluation de janvier 1994.

Introduction

Since the late 1980s, Cameroon has initiated fundamental changes in agricultural pricing policy. In addition, the January 1994 devaluation of the CFAfr has had significant impact on agricultural prices. The general objective of this paper is to analyze the impact of agricultural price policy on the production of traditional export and food crops at the micro level in the main farming systems (FS) of Cameroon. It develops a methodological approach for analyzing exogenous price changes, such as those caused by world market developments or a devaluation. The paper first describes the modelling of FS for policy analysis and then identifies the conditions under which agricultural price policy is likely to encourage farmers in the long run to increase traditional export crop production without reducing the supply of food crops. Cotton-based FS in the far-northern and northern provinces, coffee-based FS in the western, northwestern, littoral, and eastern provinces, and

cocoa-based FS in the southwestern, central and southern provinces (Figure 1) were analyzed.

Characterization of the Production Systems

In Cameroon, ecoclimatical zones range from tropical rain forests in the south to semi-arid, Sahelian areas in the north. Accordingly, FS offer a wide diversity; however, in each system, the export crop is the main source of farm income and the importance of off-farm income is relatively low (Table 1). The land-to-man ratio is relatively small in the cotton and arabica coffee systems (ie, areas with high population density); it is relatively large in the cocoa and robusta coffee area, mostly less densely populated areas of tropical rain forest. The productivity of farm resources is higher in southern Cameroon because of its higher agriculture potential.

Methodology

The FS concept emphasizes the importance of understanding the entire farm household system, its constraints and potentials, and connects it with other systems and with

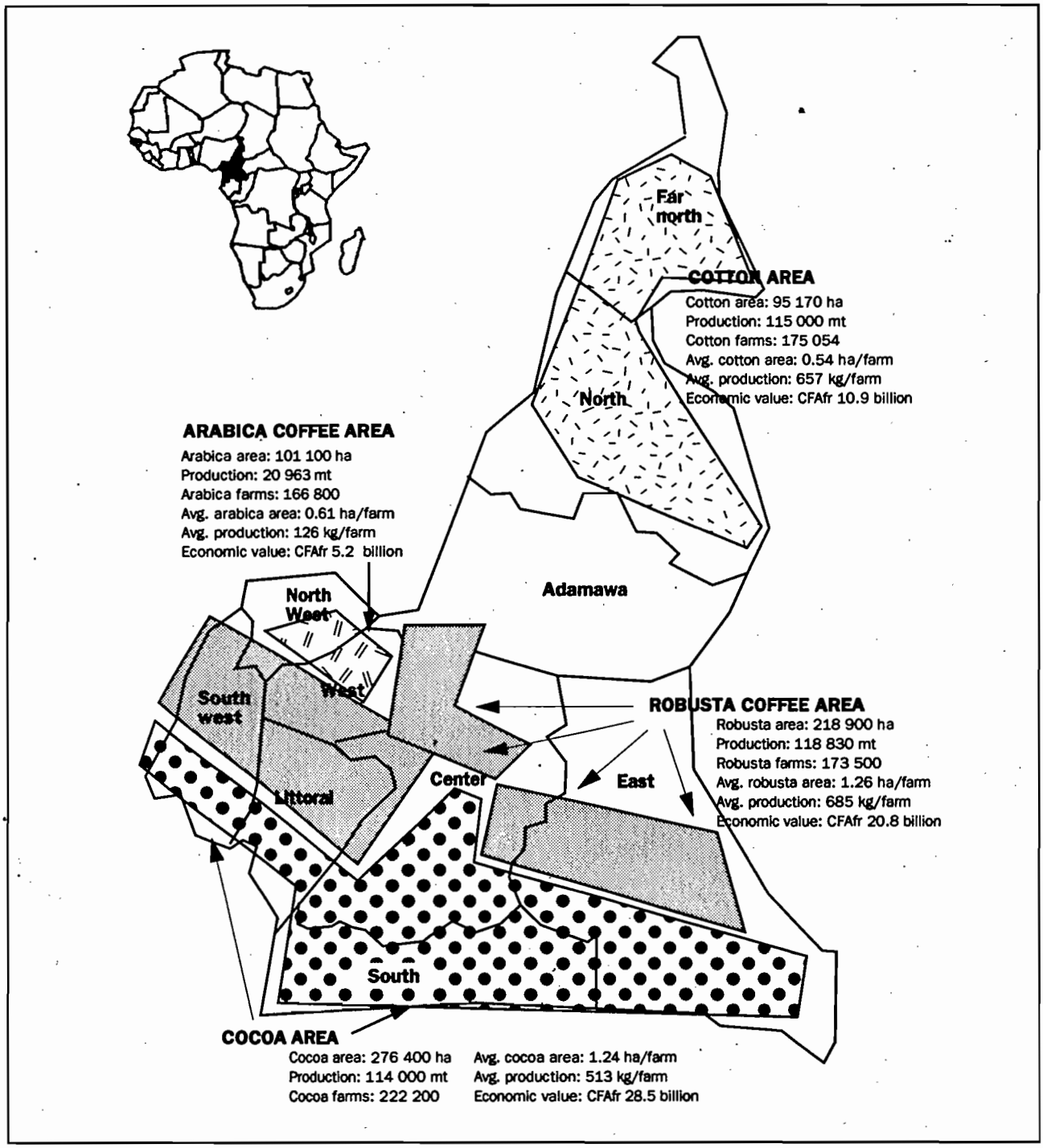


Figure 1. Traditional agricultural export crop areas in Cameroon. (Source: *Ministry of Agriculture 1987; 1992*)

Table 1. Comparison between different export crop based farming systems, Cameroon.

	Cotton	Coffee		Cocoa
		Arabica	Robusta	
Province	Far north	West	Littoral	Southwest
Avg. cultivated farm size (ha)	3.9	2	3.3	5.4
Land-to-man ratio (ha/man-equivalent)	0.59	0.44	1.20	1.08
Cash farm income provided by export crop production (%)	53.0	65.3	80.1	83.1
Share of subsistence food crop production in gross farm revenue (%)	68.2	66.9	41.3	25.0
Net farm income (CFAfr)[a]	102 211	271 010	241 500	415 443
Estimated share of off-farm revenues in household income (%)	23.0	25.5	<10.0	0
Productivity of farm resources:				
labor (CFAfr/man-day)	378	871	600	818
cultivated land (CFAfr/ha)	26 343	136 186	75 000	76 934
working capital (CFAfr/var. capital)	1.95	4.77	5.0	5.07
Observed diversification process[b]	+	+	-	-

Source: Heidhues et al 1993; Madi 1994; Fadani 1994; Temple 1993.

a. For comparison, the annual minimum income of a public-sector employee would amount to 224 000 CFAfr (Statistisches Bundesamt 1993). US$1 (1991/1992) is equivalent to CFAfr275.

b. Diversification is classified as high (+) and low (-); high diversification is the introduction of new farm activities, such as vegetable growing and intensive livestock production, or off-farm activities; low diversification indicates that no new farm/household activities were observed.

the institutional and policy environments. The FS approach recognizes that the system and the environment in which the small farmer operates is not only complex, but is also influenced by many factors, both internal and external. Realistic and comprehensive improvements can only be identified by close examination of the farm households' overall situation including the interrelationships between resources, ecological, and socioeconomic constraints.

Farm Surveys

As no adequate secondary data sources were available to analyze agricultural production systems, farm level surveys were carried out to provide a sufficient data base. The surveys were conducted in two steps: (a) a one-time structural survey, and (b) a continuous survey with a fortnightly recall period over 1 year. The samples were chosen from areas where the share of the export crop production of the total was greater than 10%. The structural survey was carried out to establish farm typologies; it was based on a sample of 150 to 450 individual farm units per farming system (in total, 1127 farms). It included a one-time collection of structural data such as household composition and activities, type of land use, size and number of fields, number of plants, crops and trees, total export crop production, estimation of total food crop production, and principal characteristics of the use of inputs, husbandry activities, major family labor activities, and hired labor use, commercialization of food crops, and farmers' opinions on institutional issues. In the second phase, about 90 randomly selected farms for each of the three main systems, totalling 279 farm households in all regions, were continuously surveyed during 1 year. In interviews every 2 to 3 weeks, production related data—such as family and hired labor use, input use, harvested production, crops sold and their prices, and household-related expenditures and revenues—were collected. Additional information was collected on farmers' opinions about product and input markets, their strategy concept for cropping patterns, mixed cropping, etc. Both genders were interviewed individually, as women often represent an independent decision unit. Farm plots were measured to assess land productivity. Furthermore, prices on local markets in the selected survey areas were collected monthly. The surveys were carried out between February 1991 and September 1992.

Table 2. Sample size and distribution used in the agricultural price policy analysis, Cameroon.

Farming system	Province	Survey sample	
		Structural	Continuous
Cotton based	Far north	250	96
	North	200	
Coffee based	West/northwest	269	60
	Littoral	126	33
	East	60	
Cocoa based	Southwest	132	90
	Central south	90	
Total		1 127	279

Data Preparation and Analysis

Within each of the surveyed farming systems, the analysis of the collected farm data started with a formulation and characterization of farm types. Farm types were formed on the basis of different criteria in the three FS. Types of farm based on cotton were differentiated according to the use of animal traction, farms based on cocoa and robusta coffee, by farm size and labor organization, and farms based on arabica coffee, by diversification of farm activities. The aim of categorizing farms was to form homogeneous groups of farms that show similar reactions to changes in prices, technical parameters, and the socioeconomic environment (Boussard 1987). For each farming system, the gross margins for individual cropping and livestock activities, whether for subsistence or sale, were calculated. On this basis, farm activities within a farm and between different

farms were compared. Farm and household income including off-farm income was calculated and grouped by source into income from export and food crops, livestock, and off-farm activities. On this basis, the productivity of farm resources was established (net farm income per hectare, per man-equivalent, per man-day, and per unit of working capital).

Farm Modelling

Analysis of the farm survey data provides the information for modelling typical export crop based FS that are used to derive the effects of price policy measures on production and income at the farm level and, especially, to study the interdependencies between traditional export and food crops. The modelling of each farming system is based on the linear programming approach (LP). The objective of the model is to maximize farm income under the constraints of farm resources and the provision of minimum requirements of adequate food for household subsistence. As the survey was conducted over 1 year and time series data were lacking, risk factors other than the minimum requirements for the household food consumption were not considered. Off-farm activities were not integrated in the farm household models, but economic profitability was compared with the shadow price of labor resulting from the model. Figure 2 illustrates the design of the concept of farm modelling for policy analysis. The main data source is the structural and continuous survey with secondary data completing the data sets. Data analysis mainly focused on identification of typical farms and farm enterprises, calculation of technical and economic coefficients, factor endowment, identification of technical improvements and innovations, product and input prices, and socioeconomic constraints within the respective farming system. Mainly static comparative analysis with parametric variation—the systematic stepwise change of the model's coefficients to obtain a sequence of optimal solutions—was used to reveal the impact of export crop, food, and input price changes on farm organization, labor economy, production, and income. To test the impact of changes in the traditional gender-specific division of labor, different labor allocations were analyzed with the model. Also policy changes under the Cameroonian structural adjustment program, such as reduced fertilizer and other input subsidies, devaluation, and privatization measures were analyzed in different policy scenarios.

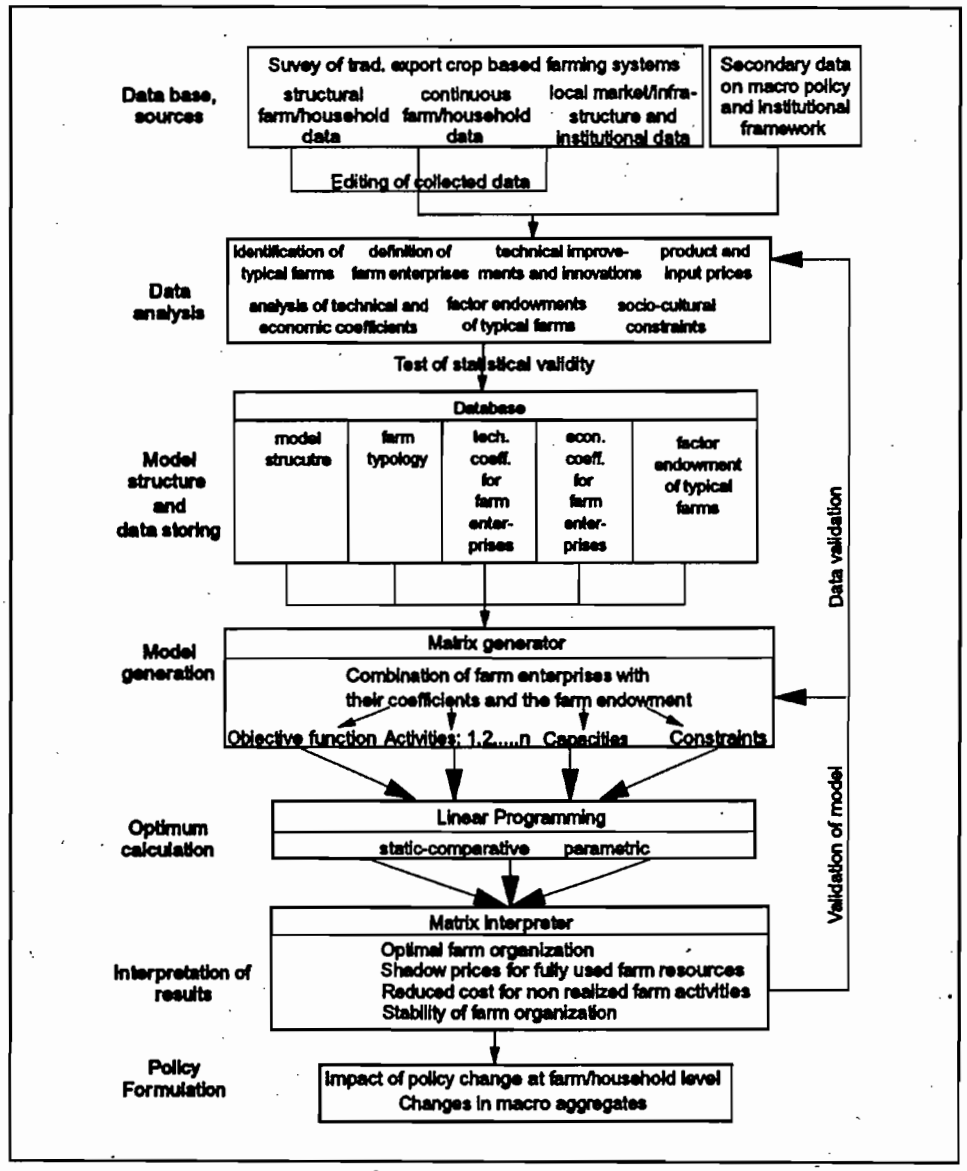


Figure 2. Design of the structure of farm modelling for policy analysis.

It should be emphasized that the micro based policy analysis approach has to face the problem of aggregation, which is discussed extensively in Day (1963), Weinschenck (1967), and Hazell and Norton (1986). It implies that it is difficult to formulate policy conclusions on the basis of micro policy analysis. Generalization at the macro level requires certain severe homogeneity conditions, endogenizing prices and resource and environmental constraints. In reality, these conditions are difficult to fulfill. Therefore, the results derived from FS based analysis cannot be used to derive quantitative assessments of impacts on macro aggregates such as income, production, employment or exports. Nevertheless, the micro based approach is useful for indicating directions of change at the macro level and for

analyzing the impact of policy changes at farm/household level.

Policy Analysis Results

Until the mid 1980s the main feature of agricultural price policy in Cameroon was the heavy taxation of the main export crops coffee, cocoa, and cotton. With the world market decline of coffee, cocoa, and cotton prices towards the end of the 1980s, the 1989 producer price was reduced by 30–60%. Meanwhile, subsidies were progressively reduced for some agricultural inputs and were entirely abolished for key inputs. The economic impact of this policy follows partly expected lines, ie, a significantly lower export crop production and reduced use of modern inputs (Table 3). Lower farm production of export crops reduced the cash income that had been the main source of revenue for the majority of export crop based farms in all three cropping systems. The decline in cash income resulted in difficulties in financing essential household expenditures, for example, on school fees, the health service, and food.

Table 3. Observed impact of export price cuts on agricultural production in coffee-, cocoa-, and cotton-based systems, Cameroon (1991/1992).

	Coffee	Cocoa	Cotton
Change in export production[a] (%)	-45% Arabica -38% Robusta	Reduction	-50%
Change in food crop production	Insignificant	Increased plantain, cocoyam	Increased maize, cowpea
Change in modern input use:			
Fertilizer (%)	–30	–	–50
Pesticides (%)	–50	Reduction	0
Change in hired labor (%)	–20	Reduction	–
Other reactions	Increased off-farm activities by household members	–	Increased livestock rearing and off-farm activities

a. Comparison of the 1990–1992 situation with that in 1987–1989.

Whether food crop production increased as a reaction to the export price decline is difficult to say as contradictory trends become apparent. Declining coffee prices had no effect on food production whereas lower cocoa and cotton prices led to a shifting of resources into food crops and, thus, an increase in food production. In the coffee-based FS, the division of labor between men and women is maintained, limiting a reallocation of resources as a result of relative price changes. In the southwestern cocoa area, where the same division of labor between men and women prevails, but where land is still plentiful, men have put additional land over to the production of food crops. In the cotton area, allocation decisions are made by men only for both cotton and food crops. Here, men have shifted resources into food crop production to make up for the lost income from export crops.

Other effects of price changes are relevant for policy formulation. These occurred at micro level during the cut of export prices in 1989. (a) Income distribution between farms was becoming more uneven. Large farms were faring relatively better than small farms. Their larger resource availability allowed them to draw on reserves and provided more flexibility in reallocating resources. (b) Income distribution between men and women was becoming more even in the cocoa and coffee areas. Although the average income of women before export price reductions amounted to 50% of men's income, they had become almost identical by 1989/90. As women are mainly responsible for providing food for the family, individual food security has probably been less affected. On the other hand, the relative improvement of women's income has also led to a shift in responsibility, ie, women are increasingly taking over the financing of schooling and clothing. (c) Household income activities have become more diversified. The export crop price reductions are an encouragement, particularly for men, to seek off-farm employment.

The above observations were confirmed by the model results. Model calculations show that prices have a significant, but different, impact on the production of export and food crops in all three study areas. Rising export crop prices lead to rising export crop output and vice versa. There is, however, a difference in the source of production increase—that may be the result of higher input and labor use or area expansion (Table 4). The reaction of food crop production on relative price changes is determined by the division of labor between men and women. Model results

Table 4. Model results for the impact of agricultural price policy on agricultural production in coffee-, cocoa-, and cotton-based systems, Cameroon.

	Coffee	Cocoa	Cotton
On raising the export price, the production reacts: Cause of the export production	Positively For arabica: input use; for robusta: input and labor use, and plantation expansion	Positively Input use and plantation use	Positively Increase in cultivated area
Impact of export price increase (10%) on export production	Arabica, 2%; robusta, 4%	Southwest, 8%; Central south, 2%	2%
Reaction of food crop price changes on production	Insignificant	Positive	Positive
Relation between export and food crops	Competitive	Complementary	Competitive
Major constraints emerging from the model analysis	Innovations in food crop production; farm labor availability	As for coffee	Labor and credit availability

show that rising food crop prices lead to a food production increase that is soon constrained by availability of seeds, fertilizer, labor, and credit. In the cocoa area in the southwest increasing relative food prices lead to a complementary, not a competitive, relation between export and food crops. The explanation is that with rising food prices more fertilizer and pesticides are being applied to food crops, thus their production and productivity increases. Furthermore, the farm models show that farm labor availability, particularly of women, in cocoa- and coffee-based farms is a dominant constraint.

Model simulations of a devaluation of the CFAfr show positive effects on export crops. As the relative prices of export crops compared with food crops improve, the production of export crops increases. In the longer term, export price increases can only be successful in encouraging export production if additional land and labor or productivity increasing innovations become available. The more that land and labor become limiting constraints, the more important are productivity increasing innovations—both in export and food crop production—to a successful export price policy. This points to the overriding importance of agricultural research in producing technological progress and agricultural-support systems such as extension, credit, marketing and input supply, and in providing the necessary back-up for the introduction of innovations (Weinsehenck, Jung 1987; Heidhues, Weinschenck 1989; Zeller et al 1993).

Policy Conclusions

(a) Prices do have the expected effect on production, but the reactions are relatively modest because of institutional constraints, particularly for food crops where women carry the main responsibility. (b) Productivity increasing innovations, particularly in food crops, are high priority areas for supporting a production increase. This points to the importance of food crop research. (c) Institutional and marketing constraints are important in limiting additional crop production, particularly weakness in input supply, infrastructure, marketing, rural finance, and extension. Institutions and markets need also to be oriented specifically to those producing food, ie, to women. (d) On-farm labor availability, particularly of women, is a dominant constraint. How the labor constraint can be mitigated is an important research question. (e) In the cotton areas, there is a high preference for investing additional income in animals. This may cause environmental problems and calls for research into environment protection, alternative innovative investment, and opportunities for saving.

The capacity to generate productivity increasing innovations in food crops will therefore be a key factor in the success of relative price increases for export crops. Consequently, a key conclusion is that high importance must be given to research into food crop improvement, improvement in extension, input supply, rural finance, and marketing for food crop production.

Acknowledgment

This paper was prepared as part of the Agricultural Price Policy Research Project, which was supported by the Commission of the European Community under the program Life Sciences and Technologies for Developing Countries (STD II and STD III).

References

Boussard J-M. 1987. Pages 21–24. Economie de l'agriculture. Editions Economica.

Day RH. 1963. On aggregating linear programming models of production. Journal of Farm Economics 45:797–813.

Fadani A. 1994. Impact of agricultural price policy in coffee based farms in Cameroon. Manuscript. Stuttgart, Germany: University of Hohenheim.

Hazell PB, Norton R. 1986. Mathematical programming for economic analysis in agriculture. New York, USA: Mac Millian Publishing.

Heidhues F, Weinschenck G. 1989. Cameroon. Pages 65–206 *in* Rural finance profiles in African countries (Masini M, ed.). Volume 2. Milan, Italy: Food and Agriculture Organization(FAO)/FINAFRICA/Cariplo.

Heidhues F, Madi Ali, Fadani A, Temple L. 1993. Agricultural price policy and its impact on export and food crop production in Cameroon. A farming system based analysis of pricing policies. Interim report to the Commission of the European Community. Stuttgart, Germany: University of Hohenheim.

Madi Ali. 1994. Politique agricole et élasticité de l'offre dans les exploitations de la zone cotonnière au Cameroun. Thesis: Ecole nationale supérieure agronomique (ENSA) Montpellier, France. 204 pp.

Ministry of Agriculture. 1987. Agricultural census 1984: traditional sector. Yaoundé, Cameroon: Ministry of Agriculture.

Statistisches Bundesamt, Germany (ed.). 1993. Laenderbericht Kamerun 1992. Monographie pays. Wiesbaden, Germany/Luxembourg: Statistisches Bundesamt/Eurostat. 232 pp.

Temple L. 1993. Impact des politiques de prix sur l'offre des cultures d'exportation et cultures vivrières au Cameroun. Le cas du cacao dans le sud-ouest. Presented at the seminar, 48 heures—48 thèses, Société Française d'Economie Rurale, Ecole nationale du génie rural, des eaux et des forêts (ENGREF), Paris, France.

Weinschenck G. 1967. Marktwirtschaft und Betriebswirtschaft. *In* Landwirtschaftiche Marktforschung in Deutschland. Munich, Basel, Vienna.

Weinschenck G, Jung KH. 1987. Integrated export/food crop-production systems and price policy—a synthesis of micro-level studies. Manuscript. Stuttgart, Germany: University of Hohenheim.

Zeller M, Schrieder G, von Braun J, Heidhues F. 1993. Credit for the rural poor in sub-Sahara Africa. Final report to the Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit. Washington, USA: IFPRI.

Chile's Privatized Extension System: 17 Years of Experience

Berdegué, Julio A
Red Internacional de Investigación en sistemas de Producción (RIMISP), Casilla 244 - Correo 34, Santiago, Chile

Abstract
In 1976 Chile started a series of experiments that led to the Technology Transfer Program (PTT) of the state-owned Agricultural Development Institute (INDAP). Using a public bidding system, INDAP subcontracts projects to technology transfer consultancies (TTC) for technical assistance and training services to 50 000 small farmers. TTCs may be private firms, nongovernmental organizations (NGOs), or small farmers' organizations. The main role of INDAP is to establish broad national and regional development priorities and to regulate and evaluate the system. TTCs and farmers determine local goals and objectives, and design plans to attain them. During 1986—1991 national average yields on participating farms improved between 3.6% and 36.9%, depending on the crop. PTT is now undergoing further improvement; the objectives are. to improve the quality of services it provides; to increase its flexibility so that it can adjust to different agricultural systems; to improve its linkages with other private and public actors involved in agricultural development.

Key words
Chile, agricultural extension, technology transfer, privatization.

Résumé
Le système privé de vulgarisation au Chili : 17 ans d'expérience
En 1976, le Chili a lancé une série d'expériences qui ont conduit au programme de transfert technologique (PTT) mis en œuvre par l'Institut national de développement agricole (INDAP). L'INDAP s'engage, par le biais d'un système d'offres publiques, avec des sociétés de conseil en transfert de technologies, à fournir une formation et une assistance technique à 50 000 petites exploitations familiales. Des sociétés privées, des organisations non gouvernementales et des organisations de petits exploitants peuvent offrir des services de conseil en transfert de technologies. Le rôle principal de l'INDAP est de recenser les grandes priorités du développement régional et national, et de gérer et évaluer le système. En collaboration avec les agriculteurs, les sociétés de conseil en transfert de technologie fixent les objectifs locaux et élaborent les programmes pour leur réalisation. Entre 1986 et 1991, le rendement national moyen des exploitations familiales ayant bénéficié de ce programme a augmenté de 3,6 à 36,9 % en fonction des cultures. Le PTT déploie actuellement ses efforts dans une nouvelle expérience dont le but est d'améliorer la qualité des services fournis, d'accroître sa flexibilité pour s'adapter aux différents systèmes agricoles et de renforcer ses liens avec les autres acteurs du développement agricole privés ou publics.

Introduction

It is a widely shared opinion, that state extension services in many Latin American countries have grown into ineffectual, inefficient, and costly bureaucracies. Reforms are oriented toward privatization of extension systems, in keeping with prevailing economic and political paradigms. It is undoubtedly the most important extension issue that is being discussed in Latin American government and nongovernment circles, and international multilateral agencies.

Different privatization models are tested; the best known models are those from Mexico, Colombia, and Chile. The Chilean extension service was privatized 17 years ago, long before this issue was addressed in most other countries. The Chilean experience is of interest to other countries that are undergoing or planning similar changes.

Background Information

Chile's population in 1993 was 13.5 million. Its territory covers 741 767 km^2, excluding the Antarctic region. It has a workforce of about 5 million persons, of whom 17.3% are employed in agriculture.

Chile's per capita gross national product (GNP) in 1992 was US$3030 (US$1 = Chilean$430), and the proportion of agricultural and forestry in GNP was 7.1%. The economy has grown rapidly over the past 5 years, reaching a rate of 10.3% in 1992. In 1993, unemployment in the rural sector was only 1.8%

The agricultural sector is highly export-oriented. In 1992 agricultural exports reached US$2.8 billion, while agricultural imports were only US$639 million. Raw materials account for about 50% of agricultural exports, but processed goods have developed considerably and reached an FOB value of US$1.4 billion in 1992. Fresh fruit and forest products constitute the main export items.

Traditional agriculture faces a rather difficult situation, which is reflected in a drop of 12.5% in the annual crops acreage in the past 3 years.

Traditional crops (mainly small grains and legumes) occupied about 900 000 ha in 1993/94, while fruit and vegetable crops covered almost 300 000 ha. Meat and milk output in 1993 was 637 t and 1.1 billion L, respectively. In 1992 there were about 1.5 million ha of forest plantations.

Average crop yields (1992/93) were high, compared with those in other developing countries: wheat, 3.4 t/ha; maize, 8.5 t/ha; sugarbeet, 58.6 t/ha; field beans, 1.2 t/ha; potato, 14.6 t/ha.

Politically, the country elected its first democratic government only recently in 1989, after 17 years of military rule. The second democratic election (1993) was completely peaceful and the incumbent center-left political coalition was returned to power with 58% of the popular vote.

One-third of the country's population had an income below the official poverty line in 1992. However, the number of poor rural households decreased from 42.8% in 1990 to 34.4% in 1992.

Chile is therefore a small, democratic, stable country, in which an important proportion of the population lives in poverty. It has a strong, export-oriented economy, in which agriculture plays a secondary but active role.

Evolution of Chile's Privatized Extension Service

Three periods can be distinguished in the evolution of Chile's extension service since privatization was initiated in 1978:

Period of Maximum Liberalization: 1978—1983

By 1978, the old extension service had been largely dissolved and its members were removed from their positions in the government. The Ministry of Agriculture, through one of its agencies, implemented the Entrepreneur Technical Assistance Program (ATE). Through this program, small and medium-sized farmers could obtain subsidized, government-issued stamps to pay for technical assistance provided by an independent agronomist or veterinary surgeon. Individual farmers were responsible for selecting the professional expert. Farmers could terminate the contract at any time.

Government intervention was kept at a minimum, because the system was based on the assumption that bureaucratic interference would only lead to inefficiency. The system was founded on the fundamental principle that free-market processes would eventually lead to an equilibrium, in which good extensionists would hold the largest number of individual contracts. Farmers would be supervisors and evaluators, and they would respond by either renewing or terminating the extensionist's contract, depending on the results obtained.

This system failed completely and was totally discarded, even through it satisfied the general principles implemented by the military government in all spheres of public life. Several Latin American countries, such as Ecuador, are currently analyzing models similar to that of ATE.

The main reason for the failure of ATE was the false assumption that there is a market of technical assistance services in the rural areas of Chile.

In reality, farmers were not free to choose between two or more professionals because, in most rural areas, it was rare to find even one qualified agronomist. Farmer had no alternative but to hire the only person who visited the farm. The contract was established on the basis of information that the individual (the extensionist) wanted to transmit to the farmer. If the results were not what the farmer expected, nothing happened since the cost of the service was, in effect (if not nominally), fully subsidized and in most cases there were no other competing professionals in the area.

The lack of government supervision "led to all types of irregularities and most of the times it was the peasant who was most affected ..." (Gómez 1991).

Period of Maximum Uniformity: 1983—1990

In 1983 the system was replaced by a strictly regulated Integral Technology Transfer Program (PTTI), partly to rectify the distortions that resulted from a system with minimum government intervention. The system had been tested as a pilot program the previous year in one of Chile's 13 regions.

In the PTTI, it was the government that determined which private technology transfer consultancy (TTC) would provide the service in a given area. It used a system of public bidding. All aspects of the service were thoroughly regulated, including the farmer/extensionist ratio (initially 48/1; subsequently 66/1), and the types, number, and frequency of the activities.

Farmers covered by the PTTI were almost all from the *parcelero* group—they belong to the stratum that originated during the Agrarian Reform of 1964—1973. Maximum landholding size was the equivalent of 15 irrigated ha; landholdings were located in valleys characterized by relatively good soils and favorable climate. The same system existed throughout the whole country and in all agricultural regions. However, in 1987 a similar

program was introduced for the *minifundista* subsector (very small, subsistence farmers in poor areas of the countryside).

The extension method was based on an intensive program of individual farm visits (15—20 farmers annually). Extensionists were expected to file a detailed work plan at the start of the year. The plan was checked against frequent progress reports. Progress of the annual work plans was controlled for all participating farmers. Extensionists were paid according to the number of operations completed within the established dates.

For strictly political reasons, many qualified private organizations—nongovernmental organizations (NGOs) and small farmers' organizations—were barred from participating in the program. Quality was not the overriding variable while selecting among the bidders. By 1989 only three TTC had 39.8% of all the contracts (Gómez 1991).

The program reached a point of high concentration due to political exclusion and rigidity. It contained the "elements of control aiming basically at the supervision of the more formal aspects of the system rather than at the most substantive ones" (Gómez 1991).

Improvement Plan of 1990—1994

In 1990, INDAP commissioned a critical review of the PTT, in order to correct the main problems as identified by the farmers, TTCs, farmers' organizations, and INDAP. The review was completed in 1991 with the publication of a program for the improvement of the PTT (Berdegué, et al 1992). The results are presented in the following section.

Description of the PTT in 1994

The system in 1994 is designed so that local groups of small farmers and peasant women in relatively homogeneous microregions define and implement medium-term agricultural development strategies aimed at increasing their competitiveness within a free-market economy. They are supported by private consultants paid through a direct, focalized and temporary government subsidy.

The system is still undergoing adjustments as the reforms were introduced gradually over a 4-year period and the final ones are still being implemented. It is not yet possible to assess whether the theoretical design of the PTT has been successful throughout Chile.

The program retains its key feature—the participation of TTCs selected by INDAP through a system of public bids for contracts. A total of 115 TTCs are integrated into the program, of these 60% are private for-profit firms, 22% are NGOs, 15% are small farmers' organizations (eg, cooperatives or trade unions), and the rest are the schools of agronomy or veterinary medicine of universities.

The system is based on the concept that the subsidy provided by the government must be focalized (given to those families whose main activity is agriculture and who lack the resources to pay for technical support) and temporary (gradually declining support to small farmers).

The 50 000 families that participate in the PTT (out of a total of 230 000 small farmer families) are divided into three stages of advancement. The 37 000 families at stage I (6 year duration period) receive a government subsidy that covers 100% of the cost of services provided by TTCs. The 13 000 families at stage II (3-year duration period) must pay 25% of the total cost of services they receive. Stage III will be implemented from May 1995; it will probably involve a low base subsidy supplemented by a support-on-demand service, whose cost will be fully or largely borne by the farmers.

The stage I subsidy contains separate cost components to cover specific activities in collaboration with the head of the production unit and at least one woman in the household. A total of 37 000 women receive technical assistance from close to 300 extensionists. Moreover, about 12% of the production units are headed by women, who receive the normal service.

INDAP has the following responsibilities in the system:
- to define global policies and objectives;
- to allocate the budget and other resources to the different regions and areas;
- to conduct the bidding process;
- to define the general methodological outlines of the PTT;
- to supervise, evaluate, and grade TTC;
- to provide training to extensionists from TTCs.

TTCs and farmers have the following responsibilities:
- to define local and microregional development strategies and to establish mid-term objectives and goals;
- to define, program ,and implement activities deemed necessary for the achievement of the goals and objectives.

The field work of TTCs is supervised by about 130 professionals, who are also hired by INDAP as external consultants (technical support consultants, or TSCs).

Several methodological modalities were introduced to make the PTT more flexible. These are, in order of technical complexity:
- The modality for poor areas is designed to adjust to the characteristics of very poor peasant families, usually in marginal areas. The municipal governments play a key role in the system. The modality combines agricultural aspects, which are the traditional responsibility of INDAP, with social and infrastructure development projects, which are the contribution of the municipal government.
- The regular modality is, as it name implies, the default system for stage I; it is applied to all those cases in which the farmers have a minimum area of land sufficient to produce agricultural goods with a value equivalent to one minimum wage per year and where the technological challenges are still fairly basic. The lower limit is defined at the local level, depending on agroecological, socio-economic, and technological variables; it ranges from 0.1 ha to about 25 ha.
- The special modality is a set of nine different ad hoc systems designed by the regional authorities to deal with very specific types of agriculture (eg, native Indian communities in the high Andean region).
- The stage II modality is the default system for stage II. Services are fully provided by university-level staff, while in all the other modalities, the field teams include both

professionals and secondary-level agricultural technicians from universities. This modality focuses on marketing and farm management rather than technological issues.

- The cofinanced modality is the most advanced system as it allows full methodological liberty to TTCs in formulating integrated agricultural development projects. These projects must then compete nationally for government funding. The government finances up to 80% of the total cost of the project, while the TTC must obtain the remaining 20% (minimum) from the private sector. About US$5 million were pledged by the private sector under this system, which encourages participation by agroindustries, NGOs and small farmers' organizations.

Certain general concepts are common to all the modalities of the PTT:

- The participating families must integrate formal or informal groups at the local (village) level. Families cannot participate as individual entities.
- Each TTC has to form technical teams to cover a microregion. A microregion is usually small than a municipality; it is defined as a homogeneous territory in terms of constraints and opportunities for small farmers. Each technical team works with about 216 families (one multimodule) in the standard modality. This number allows the TTC to fully cover its costs and obtain a profit. The underlying idea is that if the work of the technical team is confined to the same microregion, the TTC can specialize and gradually gain more experience and knowledge about a specific agricultural, socioeconomic, and cultural reality.
- Each local group, supported by a TTC, must define a medium-term local agricultural development plan (PMP), which sets the objectives and goals to be reached within a timeframe of 3—5 years. Major task areas and required instruments are also identified in the PMP. The government (through INDAP) does not intervene to establish priorities for crops, activities, or technical objectives. The PMP can be revised and adjusted whenever necessary. At least one annual evaluation group meeting should be held to analyze progress, constraints, and modifications.
- INDAP evaluates the work of TTCs, depending on the progress made toward established objectives and goals defined in the PMP. Partial and final annual payments to TTCs are directly linked to the completion of a PMP that was freely defined, revised when necessary, and formalized by the local group and private consultant. It is the task of the private sector to define what will be done, and that of the public institution, to verify that the objectives have been met. The institution then pays accordingly.
- The support service provided by TTCs aims to increase agricultural productivity through technological change; the final product should improve the competitiveness of local agriculture in a free-market economy. In addition to technological innovation, the program must combine activities to address at least four other major constraints: organization of farmers; marketing; funding and development of local infrastructure, particularly for irrigation. Specific annual targets were set: for example, the percentage of families that must have access to agricultural credit or that must have production contracts with agroindustries. TTCs must help establish linkages with other relevant public and private actors who control resources that are indispensable for agricultural development.
- There is a system of formal evaluation and grading of each TTC. The average grade given at the end of the year determines if the TTC can continue providing its services to farmers. The system evaluates the work of the field team and the support provided by the TTC to its field staff. It is mandatory to eliminate from the system TTCs in the lowest 5% of the grade ranking. Another 5—10% are normally removed from specific regions or sectors.
- Each local group and TTC should be linked to the agricultural research system. A contract was signed between INDAP and the agricultural research institute INIA. One national and nine regional joint committees, which include representatives from farmers' organizations, direct the activities of 47 joint area commissions (INIA [Instituto de Investigación Agropecuaria], INDAP, TTC, and farmers). The commissions meet each month.

Evaluation of the PTT

An evaluation of a privatized extension system covers: cost and operating efficiency; quantitative impact; and opinion of participating farmers.

In 1993 the total (direct and indirect) cost of the program was approximately US$18 million, which translates as approximately US$360/family or US$208/beneficiary (including 37 000 women who receive specific support from ad hoc personnel).

Of this amount, 81.37% is paid to private TTCs as payment for their services to farmers, 11.28% is paid in fees to private agronomists and other professionals who work as field supervisors or TSCs, 3.86% is earmarked for the INDAP training program for the field staff of TTCs and other minor support programs, 2.37% is paid in salaries and social benefits for the 66 public (INDAP) employees working in the PTT at the national and regional offices, and 1.11% corresponds to the PTT of INDAP's fixed and variable administrative costs.

Only US$628 894 is used to finance the different recurrent costs of INDAP (salaries, administrative goods and services, and vehicles), which is the equivalent of US$12.6/family or US$7.23/beneficiary (including the 37 000 participating women).

If the same system was operated by public employees instead of TTCs, the recurrent public cost would be about US$293/family or US$157/beneficiary. This is 22 times higher than it is at present.

In the regular modality of the PTT as it is today, about US$236/family are earmarked to pay for nonfield-level costs (including salaries, office costs, training, cost of vehicles, and the profit of the TTC). This leaves approximately US$92/family (28% of the total subsidy) to pay for direct field expenses such as agricultural inputs or gasoline. In a government-operated alternative—assuming the cost of the

subsidy per family remains constant—the percentage for field-level costs would be reduced to about 11% of the total cost/family of the program, which is less than half of what it is today.

Ten years ago the average subsidy per family was 80% higher than it is today—about Ch$267 000 in 1983 compared with about Ch$148 400 in 1993(in pesos adjusted for inflation). Experience acquired over the years has therefore resulted in a marked improvement in cost efficiency.

The PTT operated through private TTCs is significantly more cost-effective than a public alternative and a larger proportion of the total cost can be used to pay for field-level activities rather than fixed office expenses. Through a number of progressive improvements the system has become much more cost-effective than at the beginning.

Although many TTCs and farmers claim that the system is still too bureaucratic and that INDAP requires "an exaggerated amount of paperwork," there has definitely been an immense improvement in skill and operative efficiency. Problems that are common to many extension systems in Latin America (eg, agricultural inputs that arrive weeks after the planting dates, cars that cannot operate due to lack of money to pay for gasoline) have virtually disappeared from the agenda in Chile.

Three studies have been carried out on the impact of the program. Monardes et al (1993) conducted a major evaluation of processes and rates of adoption by small farmers participating in the PTT in the resource-poor, dryland area of Region VI. The evaluation covered nine component and process technologies in four major enterprises: wheat (*Triticum aestivum*), chickpea (*Cicer arietinum*), chícharo (*Lathyrus sativus*), and sheep/pasture systems. Adoption rates varied from 3% to 23% for four of the nine evaluated technologies and from 54% to 100% for the remaining five recommendations. The study concluded that those small farmers who adopted the recommendations obtained the best economic results. For example, the gross margin per hectare of small farmers having medium and high adoption rates was, on the average, 50% higher than that of small farmers with low adoption rates. Yields for the sample of PTT small farmers were 9% higher compared with a random sample of small farmers from the same area; gross margin per hectare of wheat, the basic crop, also improved by 21.7%. According to this study, the PTT led to technological change and improved productivity in this resource-poor, rainfed area, and ultimately to better economic results.

Unpublished data collected by several private TTCs and analyzed by INDAP during a 5-year period (1986—1990) showed significant improvements in national average yields of a national representative sample of the more capitalized stratum of small farmers. The magnitude of improvement varied with the crop. Of the seven test crops, tomato (*Licopersicum sculentum*) produced the best results. Yield increase for tomato was 37%, compared with 28% for maize (*Zea mays*) and 22% for wheat. The lowest yield increases were recorded for rice (*Oryza sativa*), 5%; field beans (*Phaseolus vulgaris*), 3%; and onion (*Allium cepa*), 5%.

More recently, the Ministry of Planning contracted an external evaluation of the PTT (MIDEPLAN 1993). It covered the opinion of the beneficiaries, specifically their expectations, attitudes, and perceptions of the impact of the program. Quantitative and qualitative research methods were applied to samples of over 2000 small farmers stratified according to regions, gender, socioeconomic strata, and methodological modality within the PTT. The study concluded that:

- Over 65% of the small farmers feel that the PTT has met their original expectations. The weaker aspect, from the point of view of their expectations, concerns the development of local organizations.
- Two-thirds of the farmers considered the PTT a "good" program, and an additional 25% felt it was "regular."
- Over 40% of the small farmers affirmed that they were willing to pay part of the cost of the service. Half of them said they would pay up to US$12/year, and the rest would be willing to pay up to US$35/year.
- Over 80% of the small farmers said they would recommend the program to their nonparticipating neighbors because "it allows us to learn about new things" (43%), and "it leads to an improvement of the situation of the small farmer" (11%).
- Between 38% and 65% (depending on the different methodological strata) of the participating farmers thought that their agricultural output had improved "because of the PTT." This perception improves in direct proportion to the number of years that the farmers were participating in the PTT.

According to this external evaluation "the key element to be highlighted in this study and that is confirmed by the quantitative as well as the qualitative results, is the high opinion that the beneficiaries have of the technology transfer process in itself" (MIDEPLAN 1993).

Future Directions for the PTT

Positive and negative experiences accumulated over a 17 year period have enabled the PTT to reasonably solve many basic problems that have traditionally weakened the Latin American extension services. In the past 4 years, a strong explicit plan of improvements has been established and its main effects will begin to be felt within the next 2 or 3 years.

However, three key and interlinked challenges still lie ahead:

- First, to greatly improve the quality of the services provided to the farmers at the field level.
- Second, to accelerate the pace of advancement toward the goal of having one technology transfer system with many diversified subprograms, each designed for a specific agricultural and regional condition.
- Third, to combine integrated agricultural development systems with each of these specific subprograms.

The issue of quality at the field level is a complex challenge. It involves many variables; they range from the curricula of the universities to farmer participation; from

offering competitive salaries to extensionists to having appropriate technologies in the right place at the right time.

A recent and yet unpublished study commissioned by INDAP has identified 12 major agricultural systems in the country. Each system presents specific technological demands and challenges. It is proposed that the PTT should gradually become more diversified and site-specific with the goal of eventually having a particular PTT designed to meet the requirements of each of these 12 major agricultural systems.

Finally, it is indispensable to shift from a technological development perspective, which stresses promotion of technical innovations in the crop and livestock systems, to an agricultural development approach, which aims to improve overall competitiveness of the agricultural systems in a given area. This involved the combination of technological processes with efforts aimed at four other major variables: farmers' organization, financing, marketing, and infrastructure development. It integrates new actors from the public and private sectors (in particular, the agricultural research system, regional and local governments, agroindustries, and banks).

The success of the PTT can probably be judged best by acknowledging that work can now begin around these new and complex challenges.

References

Berdegué, J, Brevis P, Escobar G, De Kartzow R, Ossandón D, Quiroga G, Rodríguez F. 1992. Perfeccionamiento del Programa de Transferencia Tecnológica. Santiago, Chile: INDAP. 25 pp.

Gómez S. 1991. Nuevas modalidades de apoyo a la pequeña agricultura. El caso de Chile. Estudios Sociales 70:131—147.

MIDEPLAN (Ministry of Planning, Chile). 1993. Preinforme final del estudio "Opinión de los Beneficiarios del PTT de INDAP." Santiago, Chile: MIDEPLAN. 173 pp.

Monardes AT, Cox T, Narea D, Laval E, Revoredo C. 1993. Evaluación de Adopción de Tecnología. Santiago, Chile: CEDRA. 151 pp.

Policy Issues for Farming in Inundated Lowlands

Das CS; Mandal B

Farming systems Research Extension, Ramakrishna Mission Ashramq (NGO), Narendrapur 743508, West Bengal, India

Abstract

There are vast stretches of inundated and coastal lowlands in tropical regions. In developing countries, poor farmers practice traditional subsistence farming on such marginal and submarginal land in a highly sensitive, constrained, and risk-prone ecosystem. The farmers are keen on cereal production to ensure food security, but also have the possibility of catching fish in the inundated areas and some practice traditional fish farming. According to location, such inundated areas are particularly suited to highly productive and lucrative fresh-water fishery and estuarine saline aquaculture. In an uncontrolled water regime, fish farming and aquaculture-based farming systems are more appropriate, can be easily adapted without any major structural modification of land, and are harmonious with the local ecosystem. Researchers in farming systems research and extension (FSRE) at the Ramakrishna Mission Ashrama (RKMA, West Bengal, India) have, through refinement of indigenous knowledge, developed a model of landshaping based on a dug-out pond for effective local water management by individual farmers in a water regime of around 50 cm. This model allows much improvement in production and income levels. In semi-deep- and deep-water situations there is great potential in fish farming and saline-water aquaculture over extensive areas, which would benefit poor farmers. Development will require community involvement and the support and encouragement of the state. Based on the experience of RKMA's FSRE team working in coastal West Bengal, the policy issues concerning such areas are discussed in this paper.

Résumé

Politiques agricoles dans les terres inondées

*Les régions tropicales se caractérisent par de vastes étendues de terres inondées et côtières. Les petits exploitants agricoles des pays en développement pratiquent une culture traditionnelle de subsistance sur ces terres marginales et submarginales dans un écosystème très sensible, difficile et à risque. Les exploitants agricoles s'appuient sur la production céréalière pour assurer leur sécurité alimentaire, qu'ils complètent avec le poisson pêché dans les zones inondées ou élevé selon les méthodes traditionnelles. En fonction de leur position, ces zones inondées sont particulièrement adaptées à l'aquaculture en eau saline d'estuaire et à la pêche, qui sont des activités hautement productives et rémunératrices. Dans des eaux non contrôlées, les systèmes de production les plus appropriés sont basés sur la pisciculture et l'aquaculture, car ils peuvent facilement être adaptés sans nécessiter de grands aménagements et restent en harmonie avec l'écosystème local. Des chercheurs travaillant dans la recherche sur les systèmes de production et la vulgarisation (*Farming Systems Research and Extension, *FSRE) de la* Ramakrishna Mission Ashrama *(RKMA) en Inde, en affinant le savoir local, ont développé un modèle d'aménagement consistant à creuser un bassin d'environ 50 cm, de façon à permettre une gestion efficace de l'eau, accroître la production et augmenter les revenus des exploitants. La pisciculture et l'aquaculture en eau saline peuvent être développées à grande échelle dans les eaux semi-profondes et profondes en offrant d'énormes possibilités aux paysans pauvres. Cette action nécessitera la participation de la collectivité et l'aide de l'Etat. Les questions politiques liées à la zone côtière du Bengale occidental sont discutées dans cet exposé en se basant sur les travaux réalisés dans cette région par l'équipe FSRE du RKMA.*

Introduction

With increasing pressure on land resources in developing countries, marginal and submarginal lands are also farmed. In the tropics, there are vast stretches of inundated lowlands, tidal swamps, salinity-affected coastal land, and lowlands in a stagnant water regime during the monsoon months (wet season). Poor farmers are often forced to practice subsistence farming on such marginal land,

developing complex and risky farming systems. Such systems are developed indigenously through generations and vary considerably according to local situations. Often, such traditional farming practices lack support from state or community policy, and poor farmers in areas that face economic and ecological problems are less likely to influence the policy makers.

Farming Systems in Inundated Lowlands

The preservation of such wetlands to provide drainage basins and courses for game fishing has been considered. In developing countries with increasing population and land scarcity, poor farmers rely on such land for their livelihood, exploiting it with considerable risk following traditional models for rice growing, fish culture, rice/fish farming, and seasonal and multiple cropping. 'Surjan' (Indonesia), 'Chinampas' (Mexico), 'Waru-Waru' (Bolivia), and landshaping (coastal West Bengal, India) (Anon 1991) are examples of models of farming systems in inundated lowland practiced under different situations. This land may form a fragile, coastal, protective belt, and needs careful management. Intelligent water and land management are critical for developing and maintaining farming models in this type of environment. In traditional farming, the approach is often based on a ridge and furrow system, the soils of the furrow being used to create well-drained ridges or individually raised fields or islands. The object is to create well-drained fields for farming and maintaining soil, water, and nutrient dynamics. During the rainy season, excess water flows into the furrows, keeping the ridges comparatively well drained and allowing cultivation of maize, ground nut, soybean, cassava, different vegetables, and fruit crops such as banana, papaya, citrus, coconut, jackfruit, etc. The furrow or the lowlands provide fields for wetland rice, fish culture, and rice/fish culture, and a ground for a variety of aquatic resources. The overall model offers scope for earning a livelihood, with integrated rice, vegetables, tree crops, and fish to meet the basic needs of farm households in an extremely difficult, diverse, risky, and constrained environment. The strategies followed are mainly based on indigenous knowledge with neither support from formal research and development nor from state policy. Lack of planned or controlled utilization of such sensitive land may lead to ecological degradation and an impoverished farming community. The support of formal research and development will help provide better understanding of the production environment, stabilize the system, improve productivity, and rationalize the scope for different competing enterprises such as rice growing, fish culture, rice/fish farming, cultivation of vegetables and tree crops, etc. Proper development of the infrastructure, community involvement in the strategy for common property resource management, and policy support will be extremely positive elements in long-term sustainability.

The basis and objective of FSRE are participatory, with the focus being a problem solving approach for disadvantaged poor farmers in a heterogeneous and risk-prone environment. While policymakers and researchers are generally inclined to focus on increasing productivity in better endowed areas with greater potential, the needs of resource-poor farmers are often ignored in broad decision making. The local environment calls for a much stronger linkage between FSRE and policy analysis, beyond analysis of agroecological parameters and the limitations of the micro environment of individual farmers. More attention must be focused on research and development aimed at sustainable resource management for the ecologically and economically disadvantaged areas. Special attention must be given to biophysical and socioeconomic strategies in order to develop ecotechnologies suited to specific locations. Also, consideration should be given to traditional strategies and to the pivotal role of farmers and local communities in technology development and land-use management.

Farming Systems Research in Eastern India

India has an extensive coastline of which approximately 14.0 mha are inundated or water-logged lowlands in problematic saline and coastal sandy areas (Mahapatra 1992). These problem areas are densely populated and are given over to farming. In eastern India, the productivity of rice, the main food crop, is low as a result of rainfed farming and other environmental constraints. The Eastern India Farming Systems Research Extension (EIFSRE) Network has been working since around 1985 to improve the livelihood systems of the rural poor through development of appropriate planning strategies and technology. The coastal region of West Bengal in eastern India, which includes the districts of 24-Parganas, Midnapore (east), and Howrah, extends over about 0.8 mha and supports about 10 million people. The resource-poor farmers in these constrained areas depend on low-productivity rice-based farming. The cultivation of monocrop wet-season rice is problematic. Erratic, unimodal rainfall, occasional flooding, and impeded drainage encourage stagnant water (which damages standing rice crops), soils and groundwaters are of varying salinity, and there is a lack of suitable irrigation water for a second rice crop after the wet-season harvest.

Farming Systems in Coastal Bengal

In response to the needs of the region, a team of FSRE researchers at RKMA belonging to the EIFSRE Network have been working since 1987 to improve the livelihood systems of poor farmers through sustainable development based on a systems approach. While researching production constraints in the area, Mandal et al (1987) identified impeded drainage and a stagnant water regime as major factors in low rice productivity. From a survey, they found, for the coastal lowland region, about 20% of land in a water regime of up to 30 cm, about 40% in up to 50 cm of water, and 40% in up to around 1 m of water. Rice productivity is poor, particularly in lowland (30–50 cm water regime) and semi-deep (50-100 cm water regime) situations. Ghosh

(1987) indicated the possibility of integrating in the monocropped rice fields, lucrative, sequential aquaculture in brackish water during summer, and synchronous freshwater aquaculture during the wet season. Also, rice/fish culture with some structural modification of the lowland rice fields has good prospects. Besides the rice crop, about 1200 kg/ha of prawn and other species of fish could be harvested annually. Mandal and Chatterjee (1988) noted the possibility of an economic harvest of the sedges (*Cyperus tegetum*, *Cyperus corymbosus*) used for mat making, from perennial cultivation of the plants in low-lying water-logged situations. Mat making provides employment as home industry to meet domestic and external demand. Biswas et al (1988) in a collaborative program between the Central Soil Salinity Research Institute, Canning, and the Central Inland Fisheries Research Institute, Barrackpur, have shown that the present system of rice monocropping in inundated saline areas in coastal lowland can be restructured by using riverine saline water in fallow rice fields during summer. This does not cause deterioration of soil properties, and the harvest and profitability of rice and fish can be increased considerably. It has been suggested that coastal saline soils be managed through protective embankments provided with sluice gates (Yadav et al 1981). Such a system may be useful for individual farmers.

Lightfoot (1990) has suggested that aquaculture and agriculture be integrated in moves towards sustainable farming systems in the eastern Indian ecoenvironment. Marginal flooded land with low productivity could be regenerated for diversified land use with higher production through proper water and land management. Aquaculture provides a way of using agricultural waste to make marginal land more productive. Fish convert plant and animal waste into high-quality protein and also enrich soil for crop growth. Bottrall and John (1991) observed that in the rainfed ecosystem of eastern india there is scope for significant improvement in the livelihood of poor people through better land and water management. But, to be successful in a larger framework of collective decision making, this requires policy support rather than analysis of isolated decisions made by individual farm families. Inundated lowlands, often considered as constraints, could be used for profitable fish farming; again, this requires community and policy support. Das and Mandal (1991) observed water management as the most critical component of successful farming in the low-lying coastal region of West Bengal. Based on farmers' local wisdom, Das and Mandal developed a landshaping technology for improved water management. Refined during a participatory program, the model provides a dug-out pond covering 1/5th of the area of a plot of 0.2 to 0.4 ha for storage of excess rainwater. The dug-out soil is used to elevate the adjoining land by about 30 cm and to strengthen the field bunds and pond embankments. In the well-drained elevated area, medium-duration HYV rice is harvested early, followed by one or two vegetable crops, and pulse, and oilseed crops. The stored water is used for supplementary irrigation during the dry season and for composite fish culture including prawn (*Macrobrachium rosenbergii*). Peripheral embankment is used for small-tree crops yielding fruit, fuel, fodder, and green-leaf manure. The integration of multiple cropping and fish farming results in a considerable increase in cropping intensity, production, income, family nutrition, and employment generation.

Influence of Micro Level System Knowledge on Macro Level Policy Formulation

The model has been effective and popular—many farmers have already adapted the program and many continue to show interest. The state government has also recognized the benefits offered by the model as a result of continued dialog and field visits to the villages where the rural community explained the benefits to FSRE researchers and senior state officers. These efforts have resulted in functionaries of the Department of Agriculture and Rural Development working with the FSRE team in the project area. The FSRE team followed a working model that constantly involved and linked neighboring agricultural universities, agricultural research institutions, relevant state departments, and the farming community, and exposed them to the program, while drawing on their expertise, experience, indigenous knowledge, and feedback. Continued efforts have motivated the Rural Development Department to take up the model in other areas. However, landshaping models are most useful in areas having water regimes of around 50 cm; in semi-deep and deep areas more emphasis needs to be placed on fish farming and estuarine aquaculture.

In the absence of suitable irrigation facilities, rainfed farming is practiced in about 65% of the country's agricultural land, where water harvesting through storage of rainwater assumes special significance. In West Bengal, the state government is encouraging landshaping in the constrained coastal regions through the three-tier panchayat (local self-government) system at district, block and village levels, headed by the sabhadhipati, sabhapati, and pradhan. At block level, the sabhapati decides the program sites in consultation with the village panchayat pradhan. The state Department of Agriculture provides technical support, and village youth organizations are also associated. The object of such a program is to highlight the benefit of the strategy to encourage the involvement of increasing numbers of farmers. Recognizing the importance of water harvesting/conservation, the central government has initiated a program on national watershed development in rainfed areas for optimum utilization of rainwater both in lowland- and upland-constrained situations for systems-oriented and coordinated development on a micro watershed basis with community involvement and use of local resources. This program is routed through the state governments, the relevant departments, and the local self-government at different levels, and also through nongovernment organizations. Implementation and monitoring are performed at different stages by the state watershed development policy committee and watershed development implementation committee, the district coordinating committee, the block-level watershed committee, and the watershed development team at watershed level in West Bengal.

Coastal Saline Aquaculture

Costal West Bengal and adjacent coastal Bangladesh form the vast Gangetic delta comprising the Sundarbans. The area is intersected by a network of rivers and tributaries, estuaries, creeks, and channels. There is simultaneous land build-up caused by silt carried in the river flow, and erosion elsewhere. Between villages, there are large tracts of swamps. The local people are aware of this feature and adapt accordingly to livelihood systems compatible with the environment. There are small earthen dykes and sluice boxes around different beels or bheri or ghers (enclosed water areas), and the people grow rice and harvest fish from marshy land and adjacent land.

From the ecological point of view, the tidal plain of the coastal area, with mangrove forest at the peripheral zone, is a complex, but highly biologically productive area. Farmers are eager to increase rice production to ensure food security. Coastal embankments for checking saline tidal ingress and pumping out accumulated water are costly and require continued monitoring and community support. Any lapse may result in adverse effects such as silting, drainage congestion, water logging, and reduction of biological resources that disturb the estuarine environment. In fact, this attempt to change the biophysical system treated the entire area as an extension of the terrestrial ecosystem for year-round agricultural production. In the coastal region, the brackish area is most productive where the fresh water of the river mixes with marine salt. The mangrove forest in the estuaries of the tidal area is the most suitable spawning zone for many valuable marine species; the shallow brackish water is also home to these species for a vital part of their life cycle. The tropical coastal environment is very sensitive and any sustainable ecotechnology must be harmonized with the environment. The extension of normal agricultural practice in inundated coastal land may be costly in terms of dewatering and structure maintenance, and also highly vulnerable.

Aquaculture as a Major Component of Farming Systems

Based on the experience of coastal West Bengal and the adjacent region of Bangladesh, it seems appropriate to put more emphasis on aquaculture and saline agricultural activities and to limit cereal production to the level required for local consumption. There is greater scope for the development of aquaculture than of land-based production systems—aquaculture provides higher yields and cash income. Aquaculture and fisheries are harmonized with the biophysical system, do not any major structural changes, and maintain biodiversity. Apart from aquaculture and fisheries, valuable products might be harvested from tidal water-logged wetland such as reed (*Saceharum munja*), sedge, and hogla (*Typha latifolia*). Coconut, betelvine, banana, and some selected fruits and vegetable crops can be grown on the well-drained ridges or islands.

The immense potential for shrimp and fish culture in the coastal environment has only been marginally exploited, mostly by influential sections of society, as the high investment and technical support required are not normally available to the individual resource-poor farmer. Due to limited capacity, poor farmers are compelled to join larger enterprises as waged workers or to lease their land to such entrepreneurs. It would be very useful if the owners of ponds, marshy lands, channels or other water areas could be organized with technical and financial support from the state to cultivate profitably fresh-water fish and prawn (*Macrobrachium rosenbergi*), and saline-water Bagda (*P. monodon*), mullet, parshe (*L. parsia*), bhetki, tapshe, etc, according to local situations. It may be possible to transform the problem of water logging into a profitable venture of aquaculture-based farming that creates extensive job opportunities connected with fish culture, processing and trade. There is an enormous worldwide demand for shrimp, and pisciculture in the area will open a new horizon for improving the financial situation of poor farmers. Aquaculture is perfectly harmonized with the ecology of inundated coastal lowlands, and can transform the problem of water logging and salinity into a real asset. To make the program sustainable and to maintain biodiversity, attention must be given to the specific ecological features determining the scope of aquaculture and to the indigenous knowledge and experience of local farmers. The collection of shrimp juveniles provides considerable seasonal employment for people living near the river. Unplanned collection of shrimp juveniles or fry leads to the destruction of juveniles of other economic species and disturbs the balance of aquamarine life. Hatcheries for shrimp fry must be created to prevent this happening and to ensure availability of good-quality shrimp fry to satisfy the high local demand. The entire program demands an integrated approach in which farmers, scientists, financial institutions, and policymakers participate. Success also depends on favorable socioeconomic and political contexts. However, large-scale adaptation over an extensive area requires group action, community involvement, and policy support for effective area-wise management.

For the program to be successful and to ensure sustainability through continued efforts, the following policy issues must be addressed:

- (a) Sustainable farming in inundated lowlands demands special skills and approaches, and may be recognized as a distinct farming system.
- (b) Such a farming program ought to receive support from national agricultural research and extension systems to ensure productivity and stability.
- (c) Land-tenure acts should be flexible to permit suitable combinations of crops and aquaculture according to location, and financial, infrastructural facilities should be provided by the state for community involvement.
- (d) A master drainage network and overall effective systems for area management should be provided.

It is, however, not appropriate to infer that the models suitable for a particular area will also be adaptable to different micro environments in inundated lowlands. For different locations, the specific agroecological and socioeconomic parameters, problems, and opportunities

must be studied critically and adaptable farming systems must be developed through systems research.

Acknowledgment

We are grateful to the Ford Foundation, New Delhi, India, for supporting the FSRE program for coastal West Bengal at RKMA, Narendrapur, India.

References

Anon. 1991. Raised fields for lowland farming and strategies for integrated systems. ILEIA Newsletter 7(4):6–11.

Biswas CR, Bandyopadhyay AK, Chattopadhyay GN, Ghosh A, Chakraborti PK. 1988. Rice-cum-fish farming—a new approach in coastal lowland agriculture. Eastern India Farming Systems Research Extension Newsletter 2(1):4–6.

Bottrall AF, John KC. 1991. Adapting farming systems research to the needs of collective decision making. Eastern India Farming Systems Research and Extension Newsletter 5(3):3–8 (Part I); 5(4):3–6 (Part II).

Das CS, Mandal B. 1991. Water management as a critical component of lowland farming systems in Eastern India. Eastern India Farming Systems Research Extension Newsletter 5(3):13–16.

Ghosh A. 1987. Aqua farming in rice-based cropping systems. Eastern India Farming Systems Research Extension Newsletter 1(2):15-20.

Lightfoot C. 1990. Integration of aquaculture and agriculture: a route to sustainable farming systems. Eastern India Farming Systems Research Extension Newsletter 4(3):15-21.

Mahapatra IC. 1992. Farming systems research challenges and opportunities. Eastern India Farming Systems Research Extension Newsletter 6(4):3-10.

Mandal BK, Chatterjee BN. 1988. Cultivation of mat making sedges in low lying areas of West Bengal. Eastern India Farming Systems Research Extension Newsletter 2(3):21-23.

Mandal B, Das CS, Panda D. 1987. On-farm research and farming systems research centre, Narendrapur. Eastern India Farming Systems Research Extension Newsletter. 1(2):21-24.

Yadav JSP, Bandyopadhyay AK, Rao KVGK, Sinha TS, Biswas CR, Bandyopadhyay AK, Dutt SK. 1981. Management of coastal saline soils of Sunderbans. Central Soil Salinity Research Institute Indian Council of Agricultural Research Bulletin 7:9-10.

A Systems Approach for Better Understanding of Policy Impact: The Vulnerability of Family Farms in Western Europe

Knickel, Karlheinz
Institut für ländliche Strukturforschung, Zeppelinallee 31, 60325 Frankfurt/Main, Germany

Abstract

The futures of farm families in regions with less competitive structures or a lower land productivity, and of social hardship and rural decline feature high on the agenda of policy concerns. In more productive, intensive farming areas, policymakers are faced with the susceptibility of highly specialized farms, farm debt, and environmental concerns. This paper deals with the marginalization of farm families and with the way in which policy influences the scale and direction of agricultural change. The analyses carried out are based on data from almost 7000 farm households in 24 European study areas. This approach aims to link the perspective at farm household level with the regional-level context and policy making at national and European [European Union (EU)] levels. The results obtained show that there are no simple, monocausal relationships between single factors and the degree of vulnerability. Marginalization is an extremely complex, multidimensional process, and it is clearly not only a problem of there being more peripheral regions in southern Europe; high proportions of vulnerable households were also found in northern Europe: West Bothnia, Sweden (29%); Le Chablais, Switzerland (25%); and Maas en Waal, Germany (24%). Critical factor combinations are (a) a high proportion of farm income in total household income and a limited development potential of the farm, (b) little flexibility in income generation due to a lack of suitable nonagricultural income alternatives, (c) specialized, capital-intensive farming systems linked with high debt burden and repayment levels and/or sudden policy changes.

Key words

Agriculture, vulnerability, marginalization, policy, family farms, systems research, Western Europe.

Résumé

Une approche systémique pour mieux comprendre l'impact des politiques agricoles : la vulnérabilité des exploitations familiales en Europe de l'Ouest

L'avenir des familles agricoles des régions défavorisées en ce qui concerne les structures ou la productivité des sols, qui se caractérisent par le manque de ressources et le déclin rural, est un problème à l'ordre du jour dans les politiques agricoles. Dans les zones de culture intensive, qui sont plus productives, les politiques doivent faire face à la sensibilité des exploitations agricoles hautement spécialisées, à leur endettement et à des problèmes d'environnement. Nous avons réalisé une étude sur la marginalisation des familles agricoles et la façon dont les politiques influencent l'orientation et l'ampleur des changements apportés à l'agriculture. Cette étude se base sur le recueil de données auprès d'environ 7 000 familles agricoles réparties dans 24 zones européennes. Nous avons essayé d'établir un lien entre différents niveaux : celui de l'exploitation agricole, le contexte régional et les décisions politiques à l'échelle nationale et européenne (Union européenne, UE). Les résultats obtenus ont montré qu'il n'y a pas de relation simple, pouvant être réduite à une seule cause, entre chaque facteur et le degré de vulnérabilité des exploitations agricoles. La marginalisation est un processus pluridimensionnel extrêmement complexe, que l'on ne rencontre d'ailleurs pas uniquement dans les régions périphériques de l'Europe méridionale ; une forte proportion d'exploitations agricoles vulnérables a également été identifiée en Europe septentrionale : Bosnie occidentale, en Suède (29%), Le Chablais, en Suisse (25%) et Maas Waal, en Allemagne (24%). Ce phénomène est dû à la combinaison de plusieurs facteurs : le revenu familial provient en grande partie de l'exploitation agricole qui a des possibilités de développement limitées ; la production des revenus manque de souplesse à cause de l'insuffisance d'autres sources de revenus non agricoles ; les systèmes de production spécialisés, qui nécessitent de forts investissements, sont écrasés sous le poids des dettes, des échéances de remboursement et/ou des soudains changements politiques.

Policy Concerns and Research Issues

Technological change, and economic rationalization and policy are putting farm families all over Europe under pressure. Farm size growth, the increasing capital intensity of businesses, and the input intensity of production systems are expressions of the structural transformation of European agriculture. A less obvious, but directly linked, process is the regional polarization of agriculture, ie, the concentration of crop and livestock production in more favorable lowland areas, and the abandonment of farms and land in less favored and/or more peripheral areas. The question of further development of agriculturally dependent regions with less competitive structures and/or a lower land productivity, is linked with the vulnerability and future of farm families in such areas. In more intensive farming areas, it is the susceptibility of highly specialized farms, farm debt, and environmental concerns that are sources of concern.

The increasing dualism and regional disparity, rural decline, and the problems of outward migration of the agricultural and rural population are high on the agenda of policy concerns. At the same time it seems clear that the common agricultural policy (CAP) has, at least partly, driven the regional polarization of agriculture.

This paper is based on a research program the aims of which were better understanding of the evolution of agricultural structures in Europe and of the way policy influences the scale and direction of change. In the research, attempts were made to link the perspective at farm household level with the regional-level context and policy making at national and European [European Union (EU)] levels. The international, multidisciplinary, and long-term (1987–1991) program was funded jointly by the European Commission (DG VI) and national counterparts in the 12 participating countries (nine member states of the EU, and Switzerland, Austria, and Sweden). Characteristic features of the program were the application of a common set of research objectives and of a basic comparative methodological framework in very different study areas and contexts.

In the background, there was also the idea of establishing—as a permanent feature of the system of information available to European policymakers and researchers—a longitudinal and context-related data set of a sample of farm households. The information gathered should allow understanding (and forecasting) of farm household adjustments, and the uptake of, and response to, policy measures. In implementation of the project, it was necessary to find a compromise between the expectations of policymakers concerning, preferably, straightforward and short-term input for policy formulation, and the interest of researchers in the more complex findings of a long-term, multidisciplinary study. As an example of the type of work carried out, we will discuss the issue of vulnerability of farm households. Various questions are posed: In which parts of rural Europe are the numbers of vulnerable farm households greatest? What makes some farm households more vulnerable to changing external conditions than others? What is or should be the role of policy?

Data Source

Surveys were carried out in 24 study areas, broadly representative of the different types of rural area within Europe (20 of the areas are in the EU) (Figure 1). The database created consists of qualitative and quantitative farm household data and corresponding information on the regional context. The baseline survey involved personal interviews with almost 7000 farm households (1987). The information collected enabled detailed analysis of the interrelationships between structural conditions (household and farm), activity patterns (by individual household members), income sources, and use made of various policy measures. Some of the information was retrospective (1981–1987), and/or related to trends. In a subgroup of 60 farm households per study area, three more qualitative semistructured panel interviews were carried out (partly with different farm household members). In these in-depth surveys, information was gathered on the decision making process within households, the work choices of farmers and family members, and their perception of external conditions and perspectives. In some study areas, life history and recording methods were used. In addition, context studies were carried out in order to provide information on natural, economic, and sociocultural conditions, labor markets, and available policy measures in the various regions. In 1991, the study was completed with a final survey of the original baseline households; this covered almost all aspects from the baseline again and included additional questions on farm management, policy impact, future perspectives, and indicators of attitudes. In some households that had given up farming, the reasons for this change and the subsequent situation were examined.

Approach: Linking Situation at Farm Household Level, Farm Income Potential, and Regional Context

Vulnerability has social, sociocultural, and environmental dimensions, the last two relating to the decoupling of natural (renewable) and human resources from mainstream production, the abandonment of land, and the loss (or destruction) of rural culture. This paper deals with the social dimension of vulnerability, the marginalization of farm families: vulnerability in terms of sheer survival.

An examination of the relative significance of vulnerability in different regions preconditions a definition and operationalization of marginal situations. When are farm families subject to a process of marginalization? What makes them vulnerable? As defined here, vulnerability relates to income level and economic stability, and to the options of farm households for reacting to external pressures. The options that exist are conditioned by the household's internal characteristics and resources, farm structure, economic and social contexts, and the policy measures and support actually available. Critical aspects are the proportion of farm income in total household income, the income potential of the farm, debt and repayment levels, and the availability of (and

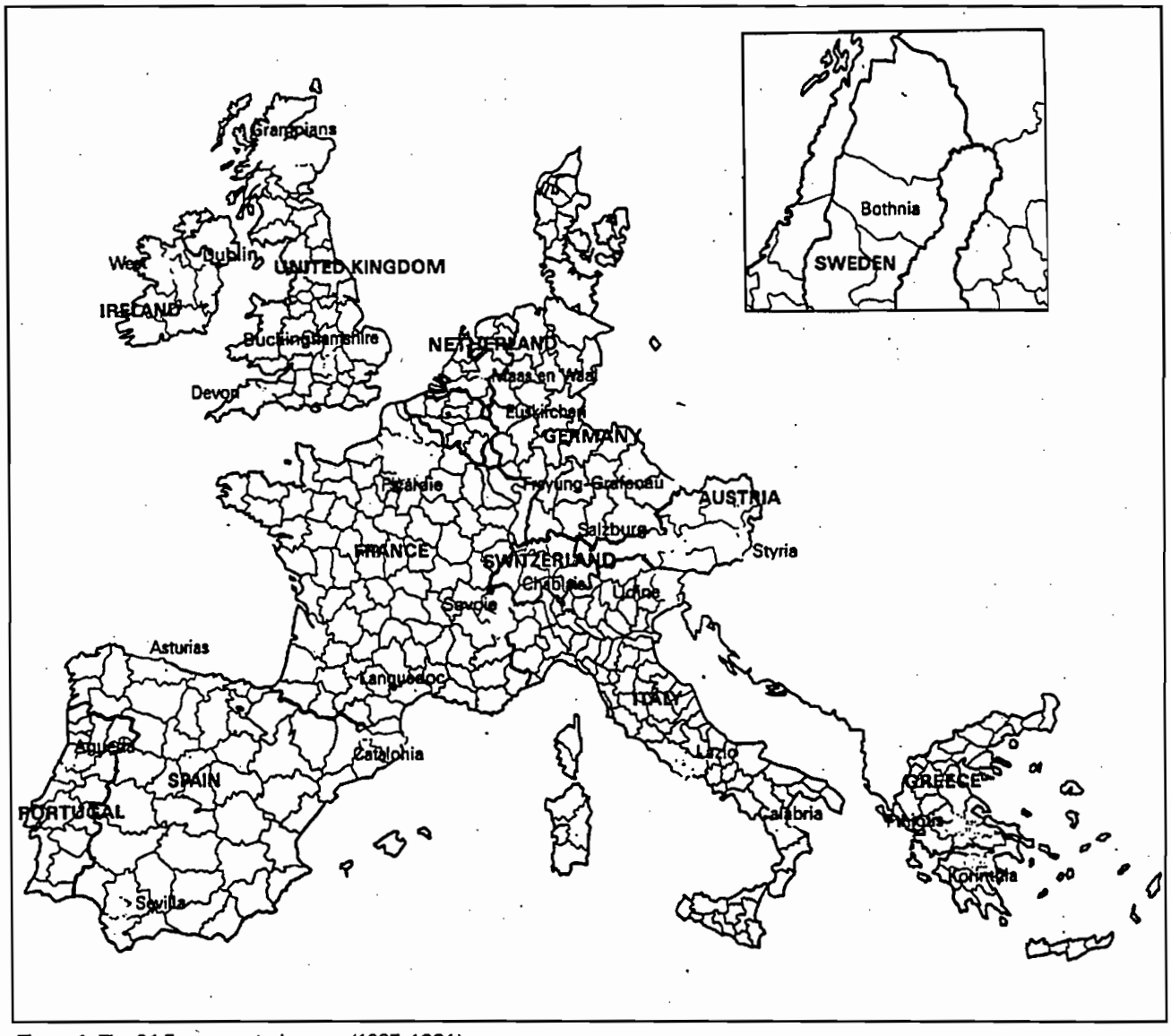


Figure 1. The 24 European study areas (1987–1991).

qualifications for) nonagricultural labor and income opportunities (Schwarzmann 1990; Knickel 1992).

The operationalization of this concept is based on data for outstanding loans, levels of loan repayment in comparison with household income, the significance of social transfer income (excluding pensions) and corresponding trends, the economic position of the farmer and spouse (in the week prior to interview), the reasons given for disposal of land (if that were the case), and finally, the farm family's judgement of the present economic situation and expected changes over the following five years. Other variables such as levels of formal agricultural or nonagricultural training or the quality of the regional labor market were not included, because it was one aim of the analyses to learn more about the importance of such factors.

Findings: The Vulnerability of Family Farms

Significance of the Problem of Vulnerability

Table 1 orders the 24 study areas in terms of proportions of very vulnerable households. The data show that vulnerability is an extremely complex, multidimensional problem. Some regions such as Asturias, West Bothnia, and Dublin have very different farm and production structures and external conditions, but, at the same time, each of these regions has a significant proportion of very vulnerable and very stable farm households.

This is further supported by the finding that vulnerability is clearly not a problem restricted to the more peripheral regions of southern Europe; in fact, in Calabria, Southern Lazio, and Agueda, the opposite appears to be the case. The regions with the highest proportions of vulnerable households are the two southern regions of Andalucia (33%) and Asturias (27%), and the northern European regions of West Bothnia (29%), Le Chablais (25%), Maas en Waal (24%), and Devon (22%). Picardie, in contrast, is characterized by a very small proportion of economically strong households (6%), a situation that can lead to substantial difficulties in the case of more significant changes in, for example, market and price policy (such as happened with the 1992 CAP reform).

Table 1 shows that regional levels of unemployment are important. However, there is no simple relationship for either Calabria or West Bothnia. The same applies to land

Table I. Selected context and farm household level variables for the 24 study areas. Areas are ordered in terms of significance of vulnerability.

Region	Context		Farm household					Vulnerability	
	Unemployment (%)	Grassland (%)	Farms under 40 ESU (%)	Income from agriculture (%)	Agriculture training (%)	Other training (%)	No successor certain (%)	Very low (%)	High (%)
Calabria	17	90	19	32	15	27	16	69	6
Southern Lazio		48	10	32	11	27	30	53	8
Freyung-Grafenau	8	87	1	13	44	47	47	25	8
Agueda		37	0	21	5	8	25	53	9
Udine	7	32	7	23	25	20	43	61	10
Bucks	3	66	50	49	37	21	60	30	12
Korinthia	3	56	1	47	7	7	20	42	13
Euskirchen	10	61	26	26	59	42	20	9	13
Languedoc	14	77	28	44	42	23	55	18	15
Western Austria	5	98		13	39	23	3	22	15
Grampian	7	47	23	33	23	33	55	23	15
Western Ireland	10	98	1	24	9	18	12	43	15
Catalonia	9	33	33	63	25	9	43	29	16
Fthiotis	5	19	1	43	9	13	19	44	17
Southeastern Austria	5	36		24	33	31	17	12	18
Picardie	10	9	65	63	63	10	35	6	18
Savoie	7	86	8	24	27	26	69	15	20
Dublin	18	69	19	42	25	22	22	30	21
Devon	6	74	39	49	35	35	60	23	22
Maas en Waal	14	74	44	50	69	29	60	18	24
Le Chablais		79		35	37	28	53	24	25
Asturias	21	71	7	48	29	4	45	30	27
West Bothnia	5	1		17	24	45	60	27	29
Andalucia	43	64	8	73	4	3		23	33
All regions		62	17	38	26	20	34	31	17

productivity (the proportion of grassland in total usable agricultural area [UAA] was used as one proxy): data for Calabria, Freyung-Grafenau, and West Bothnia show that there is no close correlation between vulnerability and productivity.

Three Exemplary Regions

The situations in three regions are now described in more detail. The first region Maas en Waal shows that there can be a relatively large proportion of vulnerable households despite favorable farming conditions, proximity to good consumer markets, a high level of commercialization, a predominance of larger farms, and modern farm management. The second region, Asturias, is a typical case of a more peripheral region with poor farming conditions and a less favorable nonagricultural labor market. The third region, Agueda, also has rather poor farming conditions and many small farms but, at the same time, relatively good opportunities for an additional nonagricultural income, relatively low costs of living, and comparatively few problem households. The case of Agueda is by no means meant as a development model, it simply shows that small-scale farming and peripherality does not necessarily imply marginalization.

Maas en Waal (24% of farm households very vulnerable; only 18% stable)

The region of Maas en Waal in The Netherlands is characterized by a predominance of medium and, in economic terms, larger farms. Average economic farm business size is 40.0 ESU. Larger farms were only found in Picardie (79.2 ESU) and Bucks (63.4 ESU). Only 9.8% of farms are below 6 ESU. Farming in Maas en Waal is generally capital intensive; 26% of farm households have to repay a land purchase loan, and 13% have a loan outstanding for working capital. In addition to many farms with mixed grazing and cattle, there is a significant proportion of highly specialized farms: 9% produce almost only fruit, 2% mainly flowers, 3% specialize on market gardening, and 6% of farm households depend almost exclusively on pig production. In the panel interviews, 37% of farmers judged their off-farm job opportunities as being very bad, while, at the same time, 60% reported that they are certain to have no successor.

Asturias (27% of farm households very vulnerable; 30% stable)

The agricultural sector of the Spanish region of Asturias is characterized by a predominance of medium-sized farms. Farming is generally not capital intensive. Many farms,

however, are rather specialized: 43% produce mainly milk, 20% have dairy cows and other cattle, and for 80% of farmers the main product sold is milk. Twenty-four percent of farmers report that input intensity is increasing. Seventy-one percent of farmers have no advanced agricultural training, and 96% have no advanced nonagricultural training. Thirty-six percent of farmers judge their off-farm job opportunities as bad, and another 49% as very bad.

Agueda (9% of farm households very vulnerable; 53% stable)

The situation in the Portuguese region of Agueda is rather similar to the situation in Asturias, apart from the fact that there are many fewer vulnerable farm households. Agriculture is characterized by small farm sizes. Eighty-six percent of mainly mixed farms are below 4 ESU, and the average economic farm business size is only 2.3 ESU. Farming is dominated by low external input systems; there are hardly any loans outstanding, and the average level of repayments is the lowest of the 24 study areas. Forty-nine percent of farmers are more than 60 years old, 34% are retired, 95% have no advanced agricultural training, and 92% have no advanced nonagricultural training. Most farm households do not depend on agricultural revenues; the proportion of agricultural income in the total household income is on average only 21%.

Determinants of Vulnerability

The main result of a wide range of statistical analyses and more in-depth farm case studies is that the degree of vulnerability depends critically on a very small number of key factors and problematic factor combinations. These can be grouped in three categories: (a) farm household and resources, (b) farm and production structure, and (c) contextual factors.

Farm household

Important determinants of the resource situation are the number and proportion of household members of working age, and the stage in the family life cycle. Unexpectedly, however, a higher proportion of younger farmers were categorized as very vulnerable (in the farmer age class 30–60 years, 33% were stable, whereas above 60 years, 48% were stable). Similarly, a lower proportion of households in the category 'farmer and spouse only' (pensioner households) tended to be vulnerable.

Farm household members with suitable nonagricultural training and access to a good labor market have income alternatives and/or can complement farm income [in the surveys, more vulnerable households (12%) than stable households (7%) referred to a lack of alternative skills as a reason for continuing farming]. A second important dimension is that education is correlated with knowledge acquisition behavior, innovativeness, and capacity to adopt new technology; only certain categories of farmer actively examine policy programs and new available technologies.

Patterns of income generation differ greatly between different types of rural area: vulnerable households (58% of household income) were, on average, more dependent on agricultural income than stable households (41% of household income). More farm households with a significant proportion of welfare payments in the total income were found in Asturias (15% of households), western Ireland (14%), and Savoie (7%). A trend towards increasing significance of welfare payments was most pronounced in the two Austrian areas (9% and 11% of households) and in Asturias (8%). In the three Italian areas, the average proportion of social transfer income was particularly high (in most cases, old age pensions). The household's overall economic situation was rated worst in Andalucia (25% of households), Fthiotis (17%), Asturias (15%), Korinthia (14%), and Dublin (13%). The worst trends were reported for Andalucia (18% of households), Asturias (16%), Picardie (15%), Dublin (14%), and Fthiotis (13%).

The need to pay off high debts reduces the degrees of freedom in decision making. The regions with most debt problems were West Bothnia (24% of farm households), Andalucia (18%), and Asturias (16%). The compulsory purchase of (parts of) farms as a result of debt was of some significance in Dublin (6% of farm households), Savoie (5%), Bucks (5%), western Austria (5%), and Le Chablais (4%). Very few debt problems were found in Agueda, the three Italian areas, or western Ireland.

Farm and production structure

Vulnerable households had, on average, larger farms than stable households (35.8 ha UA compared with 20.5 ha UAA). In the farm size class under 6 ESU, 5% of households were categorized as very vulnerable (and 50% are stable), whereas above 16 ESU, almost 11% of households are very vulnerable (and only 28% are stable). Similarly, the increase in farm size was less in the stable group (+4.8% of total UAA) than in the vulnerable group (+7.3%). These results indicate that a small farm business size is not necessarily a problem (eg, if income combination is practiced).

Heavy dependence on loans for the purchase of external production inputs and expensive machinery, and for the practice of capital-intensive farming increases vulnerability. Examples of this are provided by Picardie, Languedoc, Maas en Waal, Devon, Le Chablais, and West Bothnia, where considerable proportions of expansionist farmers were heavily indebted. In Picardie, 8% of farms over 50 ha exited between 1987 and 1991; a considerable proportion of farm households, particularly with larger farms, still had residual debts at the moment of exit.

Dependence on a narrow product range tends to increase vulnerability because susceptibility to market policy and greater fiscal policy fluctuations is high. Specialization and the resulting susceptibility can be a problem at both regional and farm household levels. Among vulnerable households, for example, there were particularly high proportions of specialized dairy farms (14% as compared with 6%); mixed farms, in contrast, were more often found in the stable group.

Contextual factors

Resources are perceived in different ways by different farm households in varying situations and contexts. In many more traditionally oriented farm families, for example, land possession is a value, hindering land mobility and adjust-

ment. Moreover, when asked why they continued to farm while having an off-farm job, vulnerable households (6%) referred more often to 'respect for the environment' than stable households (6% compared with 3%), and to 'like farming' (56% compared with 47%). Overall, the most important aspects mentioned were: 'like farming' (47%), 'keep farm value' (18%), and 'off-farm income insufficient' (18%). It is worth noting that interviewers characterized vulnerable households (39%) as 'very committed to farming' more often than stable households (33%).

Production possibilities are important for the income potential of farms. It is therefore not surprising that, in the given framework, over 60% of farm exits occurred in less favored areas (LFAs) with limited land production potential (as compared with 43% of the entire sample). The fact that the average proportion of arable land in total UAA was 40% in the stable group and 44% in the vulnerable group shows, however, that in respect of vulnerability, other factors are more important.

Twenty-nine percent of households characterized as vulnerable referred to substantial decreases in income due to reductions in producer prices (as compared with 21% in the stable group).The same applies for measures to limit production, where the respective proportions are 19% and 11%. Highly specialized, capital-intensive farms are particularly vulnerable to changes in agricultural prices or input costs. At the same time, most farm households in LFAs depend to a considerable extent on programs such as Reg. 797/85, and compensatory allowances, which can form a substantial part of household income in these areas.

The availability/suitability of nonagricultural opportunities and income alternatives is an important factor. An adverse labor market was found to be strongly associated with the presence of income-vulnerable households, and, more generally, with insufficient household income levels.

Research and technology development are generally more concentrated in the more central areas with more intensive farming systems, where the capacity and quality of administrative and advisory support services are also better. This tends to aggravate farm structural change by supporting primarily expansionist farmers and by, simultaneously, putting less professional or less commercial farmers under pressure.

Policy Impact

Policy influence is ambivalent. On the one hand, agricultural policy measures contribute significantly to farm household income. The highest average contributions (excluding producer price support) were found in western Ireland (16% of total household income), Dublin and Grampian (9%), and Le Chablais and Freyung-Grafenau (7%). On the other hand, policy can be an important determinant of vulnerability. In assessing policy impact, the more psychological, indirect effects of overall policy context and economic framework conditions, need to be distinguished from the more direct effects of specific measures.

Clearly, the common market and price policy have accentuated the income differentials between smaller and larger farms, as well as between regions with more favorable conditions and more intensive production, and less favored areas. The highly protected prices for milk, and low world market prices for soya, for example, have strongly supported milk production in the coastal regions where, due to the proximity of the ports, imported feed is available more cheaply. However, milk production has moved to coastal areas, leaving many farm households in the upland and grassland areas without vital, and sometimes their only, income opportunities.

More fundamental and unexpected shifts in policy context, such as the recent cuts in producer prices, can have dramatic effects for entire regions. Without (limited) compensatory measures, many farmers would be forced to abandon production entirely, even if they were faced with a lack of nonagricultural alternatives and severe income problems. Continuity in policy is therefore of critical importance.

Appropriate policy measures can cushion necessary structural changes, in the same way as inappropriate measures or implementation can put the economic livelihood of households severely at risk. Some examples follow. (a) Many vine growers in Languedoc and, similarly, specialist dairy producers in mountainous areas such as Freyung-Grafenau—both farm types having an above average incidence of exit from farming—have used the premiums for permanent grubbing up of vines or for the cessation of milk production. These premiums enabled many older farmers without a successor to retire early and without economic hardship; in other cases, premiums have helped to bridge critical periods of farm structural change. (b) Engagement in the farm business normally varies with the lifecycle of farm families. It follows that a substantial proportion of households is hit at an adverse phase of the lifecycle if restrictive policy measures such as the milk quota are applied on the basis of a single production year. (c) Investments on a number of growth farms were higher than they would have been without the encouragement given through farm investment schemes. Such encouragement is particularly problematic if combined with a lack of continuity in the overall political and economic context; many larger investments, for example, were planned for the considerably higher producer prices of the early 1980s.

Implications

(a) The vulnerability of farm households is an extremely complex problem that requires a multidimensional analytical approach that takes multicolinearity into account. Common explanatory models of agricultural development and modernization are not always relevant or even valid. The first difficulty is the definition of vulnerability; social transfer payments are dealt with very differently in the different member states of the EU, and, similarly, income earning in the informal economy appears to play a more or less important role. The economic livelihood of farm households also depends on standards and costs of living, as well as on consumption and investment levels (Barlett 1991).

(b) Patterns of farm household adjustment are not constant, and are, as a result, difficult to identify and to describe. The supply of and demand for resources by farm

households and farms are changing over time. When describing and analyzing changes in resource allocation, the temporal aspect and the degree of functionality of such changes need to be considered. Short-term accommodations need to be distinguished from long-term paths and more enduring propensities: at a certain point in time, farm households may move in different ways in order to achieve the same objective in the long run.

(c) There are no simple, monocausal relationships between single factors and the degree of vulnerability. Instead, marginalization is linked with critical combinations of household-, farm-, and context-related factors. Generally, vulnerability is more pronounced on smaller farms; small farm business sizes alone and disengagement from farming, however, do not necessarily entail a household income problem. Income-vulnerable households are those with small farm holdings and little diversification of household income out of agriculture (ie, off-farm and/or para-agricultural activities). Particularly problematic is the fact that this combination is most often found in peripheral areas where low productivity of the land and poor nonagricultural labor markets, with the corresponding lack of income alternatives, are the rule.

(d) Overall, there was a significant decrease in the importance of agricultural income for farm households between 1987 and 1991, particularly in the central and northern European regions: in 1987, the proportion of agricultural income in total household income was 48% (58% in vulnerable households and 41% in the stable group); in 1991, the proportion was 37%. Changes in the proportion of agricultural income did not seem to be correlated with vulnerability. Many households with small- and medium-sized farms do not become marginalized because they have recourse to two or more sources of income. They are decoupled from mainstream production, but have, in socioeconomic terms, adapted to change. Pluriactivity is important in alleviating economic problems in farm families—at least for a certain time period. It is not necessarily part of a process of withdrawal from farming, pluriactivity can even stabilize farming. The recovery of nonagricultural labor markets from recession, and the possibilities for para-agricultural activities, such as direct marketing, are therefore of critical importance for the survival of family farms with income combination and diversification.

(e) Other farm families are still trapped in agriculture, especially in areas that are already vulnerable due to the structure of agriculture or production conditions. Those farm households suffering the double disadvantages of small-farm business size and lack of off-farm opportunities are most vulnerable to decreases in policy support and/or market conditions. They have low agricultural incomes on which they are yet highly dependent (Bryden et al 1990).

(f) For farm families, who were used to a close correlation between levels of production and farm income, it is difficult to cope with a postproductivist policy context (Knickel 1990). Agriculture must be recognized as being more than just a monofunctional activity of (food) production, with products, to a greater extent than most other economic activities, having a certain (more or less subsidized) price. The same applies to the formulation of agricultural policy; those responsible find it difficult to accept that the income problems of farm households (and vulnerability) are not sectoral, but problems of regional and rural development, and that other public policies for rural development, for social transfer payments, and for taxation of land and agricultural incomes are also important. Linked with this is the question of the justification of new measures in society, some of which (eg, compensatory allowances in LFAs or the increasing number of programs in support of more environment-friendly farming) have already been politically contested.

(g) Even if these new, postproductivist measures are taken into account, there is clearly too little lobbying and policy focus specifically directed at farm households in the marginal situations in some southern European regions—where the vast majority of people depend more or less directly on agriculture, and where entire rural communities are under substantial pressure—and in some northern and central European regions with problems of farm debt and overspecialization. That is particularly worrying because agricultural, regional, and environmental policies strongly influence the competitiveness and future of farm businesses and entire regions, and hence the scale and direction of change—the structural transformation of agriculture does not just happen.

Acknowledgement

The paper is largely based on material from the Rural Change in Europe research program, which was funded by the European Union, and governments in 12 countries. The program was coordinated by the Arkleton Trust, Inverness, UK. It involved collaboration between about 60 researchers from a range of disciplines, including economics, sociology, geography, and anthropology.

References

Barlett P. 1991. Status aspirations and lifestyle influences on farm survival. Research in Rural Sociology and Development 5:173–190.

Bryden J, et al. 1990. Agrarian change and farm household pluriactivity in Europe. Volume I: European Analysis. ATR/90/19. Coulnakyle, Inverness-Shire, UK: The Arkleton Trust (Research) Ltd.

Knickel K. 1990. Agricultural structural change: impact on the rural environment. Journal of Rural Studies. Rural change and pluri-activity: Western Europe 6(4): 383–393.

Knickel K. 1992. Farm household systems, patterns of change and implications for policy-making. Integrated Panel Report. Frankfurt/Main.

Schwarzmann C. 1990. Agriculteurs en difficulté en République Fédérale d'Allemagne. France, Paris: Institut national de la recherche agronomique/ILS, French Ministry of Agriculture.

Farming Systems Research in China: A Case Study

Channer, Alan G De R[1] ; Roa, Julieta R[2]

[1] International Centre for Development-Oriented Research in Agriculture (ICRA), PO Box 88, Wageningen 6700 AB, The Netherlands;

[2]PRCRTC-ViSCA, 8 Lourdes Street, 1300 Pasay City, The Philippines

Abstract

Agricultural systems in China have changed dramatically over the past 20 years. The future direction of Chinese agricultural development is uncertain. This study investigated whether farming systems research and extension could contribute to the formulation of agricultural policies in the Chinese context. The study was carried out over 3 months by an interdisciplinary team in Wu'an county in Hebei province. Participatory methods such as wealth ranking and causal tree analysis were used in collaboration with farmers and local cadres. Farmers' strategies were investigated further through a formal survey. Workshops were held with county and higher-level officials to obtain feedback on the usefulness and feasibility of the study's recommendations. Major issues included: increasing opportunity costs in agriculture as rural industries grow in importance; lack of information flow between researchers, extensionists, and farmers; lack of a clear legal framework for land use rights; problems linked to natural resource management, especially water; and lack of coordination between different planning agencies, resulting in a lack of clear policy advice to guide rural development. It is concluded that a framework is needed for systematic monitoring and evaluation of rural change. It could provide a basis for more coherent formulation of policies and clarify plans for the development of future agricultural systems.

Introduction and Objectives

The nature of agriculture in China has changed dramatically since the rural reforms of 1978. Collectives have been replaced by family-run farms, a market economy has been introduced, and the extension system has been transformed. Environmental destruction and natural resource wastage have been aggravated. Farming households have turned increasingly to rural industries as their major source of income.

This study was carried out during April–July 1993 by an interdisciplinary team from the International Centre for Development-Oriented Research in Agriculture (ICRA), The Netherlands, and the Center for Integrated Agricultural Development (CIAD), China, in collaboration with local government authorities. The study area was located in the eastern part of Wu'an county in Hebei province. This is an area characterized by burgeoning rural industries and intensive agriculture.

Primary objectives of the study were:

- analysis of farming systems;
- identification of constraints to improved agricultural production;
- formulation of recommendations for agricultural research and policy.

The ultimate objective was to evaluate the potential of farming systems research and extension (FSR/E) approaches in the Chinese context.

Methods

The study was divided into five main phases (Table 1). Various methods for participatory rural appraisal, including wealth ranking of villages and causal tree analysis, were used in collaboration with both farmers and local officials. A formal survey covering 120 households was conducted for quantification of key variables. Households were selected according to a multistage sampling procedure. First, 5 of the study area's 13 townships were randomly selected. Second, 3 villages were randomly selected per township. Third, 8 households were randomly selected per village from lists supplied by each village committee. Workshops were held at different stages of the study to facilitate feedback from local officials and to strengthen collaboration.

Results and Recommendations

The relationship between agriculture and industry was found to be the most important factor affecting the future of agricultural development in eastern Wu'an. Nonfarm earnings amounted to more than 80% of average household income, and

72% of the households used this income to subsidize their agricultural activities. Only market-oriented vegetable and fruit production yielded income comparable to that from the nonfarm sector. The government's objective to improve agricultural production raises the issue of increasing income from farming by making agriculture more competitive.

One option is to expand production of horticultural crops. However, given the increasingly open market economy, the comparative advantage of Wu'an over other areas needs to be investigated. Comparative advantage analysis should be used more frequently as a basis for priority setting in agricultural planning.

The study revealed shortcomings in the agricultural knowledge and information system. In particular, "village technicians"—the link between farmers and formal extension—were usually not sufficiently motivated to respond to farmers' needs. Village committees in predominantly cash-oriented farming areas could pay full-time village technicians for marketing and technical advice. Horizontal linkages between research and extension were also minimal. Furthermore, different aspects of extension were partitioned over a multitude of bureaus, with little communication between them. A coordinating body made up of researchers, extensionists, and farmers' representatives should be set up to assess priorities and to plan accordingly.

Increasing the profitability of field crops will remain a constraint unless certain fundamental conditions, including farm size, can be changed. In some villages, farmers informally lent their land to relatives and shifted toward nonfarm work, while collective management under the direction of the village committee prevailed in others. These strategies may reflect future trends; land use rights will therefore need to be drawn up within a clear legal framework. For example, forms of voluntary cooperatives should be encouraged to allow some villagers to concentrate on nonfarm work and still retain their land use rights, while others become specialist farmers.

Agriculture and industry compete for labor and natural resources, especially water. The groundwater table has fallen rapidly in recent years due to intensive extraction for irrigation, increasing consumption by industry, and wastage by coal mines. Water use by different sectors is not coordinated. Increasing the efficiency of water use will involve the introduction of an enforceable system of water charges, transfer of subsidies from open canals to pipe systems for irrigation, and regulations on the pumping of water from mines.

Conclusions

Interdisciplinary, systems-oriented research could be of great significance to agricultural development in China. Technical solutions will need to take into account the country's rapidly changing socioeconomic situation if they are to be relevant. For instance, the need to sustain water supply in Wu'an county will require political, economic, social, and technical change. This study revealed to policymakers in Wu'an county that only an integrated approach could prevent overexploitation of water resources.

Currently, changes in one set of policy equations can lead to knock-on changes in others; such complexity requires careful monitoring so that incipient trends can be recognized to formulate policies accordingly. For example, the success of rural industrialization has raised the opportunity cost of agriculture, which must be made more competitive through appropriate policies if China seeks food self-sufficiency. The use of comparative advantage analysis in policy formulation was a new concept to county and municipality planners.

A Chinese FSR/E methodology could be developed to provide the framework for more systematic monitoring and evaluation of rural change. It would give a farmer-oriented direction to the agenda of agricultural research, facilitate formulation and coordination of agricultural policies, and provide the basis for a more integrated approach to rural development. The Chinese seem to be increasingly amenable to this kind of methodological innovation.

Acknowledgments

We thank other members of the team, Rob Moss, Zhong Bingfang, Dismas Mwaseba, Nino Ozara, and Muhammed Raza, who share credit for this paper. We also thank Jon Daane, Director of ICRA, for helpful criticism.

Table 1. Plan of the 1993 ICRA-CIAD study conducted in Wu'an county (Hebei province), China.

Phase	Duration (weeks)	Output
1. Familiarization	2.0	Main issues identified. Specific study area selected.
2. Informal surveys	4.5	Production constraints and opportunities investigated
3. Midterm workshop	0.5	Feedback on findings obtained.
4. Focused studies		
4.1 Formal survey	1.5	Key issues quantified.
4.2 In-depth studies	1.5	Strategies of rural households defined. Preliminary recommendations proposed.
5. Final workshops and consultations	1.0	Final recommendations drafted.

Influence of Feedstuff Subsidies on Mixed Farming and Bedouin Systems in the Marginal Areas of Jordan

Maurer, Martin
Agricultural Economics and Social Sciences in the Tropics and Subtropics, Universität Hohenheim, Inst. 490, 70592 Stuttgart, Germany

Abstract
Growing independence from rangeland conditions and higher degrees of market orientation, together with transformation to sedentary and input-intensive mixed farming systems are the main effects of feed subsidies in the marginal zone of Jordan. In the absence of feed subsidies off-farm activities become the dominant source of income and national self-sufficiency declines. Product price policy could be a more effective alternative to animal input subsidy.

Introduction

Sedentary mixed farming systems and partially sedentary Bedouin systems are the prevalent systems in the marginal zone of Jordan that receives between 100 and 250 mm of rainfall (Maurer 1994). They rely heavily on imported, subsidized grain, which is provided as feedstuff per head of livestock. One of the main aims of this policy is to support meat production to increase the national self-sufficiency rate of 45% in sheep and goat meat (Wattenbach, Ströbel 1992). The effects of these feed subsidies on the development of Bedouin systems were evaluated by considering the following questions:

- What socioeconomic development has taken place in the past 20 years in the marginal zone of Jordan, and what are the reasons underlying the feed subsidy policy?
- Are feed subsidies adequate instruments to increase significantly local production of meat in the long term by creating stable socioeconomic conditions for farmers and Bedouins?
- How would living standards and land resource management develop if the feed subsidy policy were to continue or to stop?

This study was based on a representative, stratified sample of 130 farm household units.

Results

Socioeconomic development in the marginal zone and reasons behind the subsidy:

- transformation from traditional Bedouin systems involving movement of the permanent family and flock to partially or entirely sedentary systems;
- production instability through degradation of resource base rangeland (Tadrus 1991);
- strong rise in consumer demand for meat, which amplifies the low self-sufficiency rate in meat and enhances the major role of the marginal zone in animal production;
- government feed subsidies (average 35%) for barley, sorghum, and wheat bran to increase meat production from small ruminants.

Effects of feed subsidy on farming systems:

- increasing use of hand-fed fodder leads to higher production stability as dependence on the variable rangeland conditions is reduced;
- a reduction in the Bedouins' mobility and development of sedentary, feed-intensive animal production systems;
- an increase in the production of cereal intended as a source of market income and a substitute for pasture;
- higher level of market orientation caused by: (a) an increase of monetary input (purchase of subsidized fodder); and (b) an extension of permanent cropping of wheat, which is the main cash crop in good years and feedstuff in years with no harvest;

– possible socioeconomic development paths for three types of Bedouin farming system receiving feed subsidies were considered (see Figures 1 and 2): (a) transitional Bedouin systems involving 4 months of movement per year; (b) sedentary mixed farming systems in the steppe and high plains; and (c) sedentary mixed farming systems in steep mountain regions.

Conclusions

Faced with a reduction in feed subsidy and the present low availability of capital, systems will tend to decrease in animal production and the share of off-farm income (mainly in the public sector) will increase, leading to an almost stable family income. The consequences will be lower labor input levels, a higher demand for nonfamily labor (shepherds), and increasing use of natural pasture (with the associated risk of pasture degradation through overgrazing).

On the national level, a decrease of self-sufficiency in meat from small ruminants can be expected.

Input subsidies increase levels of animal production; however, a subsidy instrument that directly supported higher animal production, for example price subsidies for fattened lambs, would be more effective at enhancing self-sufficiency.

References

Maurer M. 1994. Dynamics and potential of farming systems in the marginal zone of Jordan. *In* Farming systems development in the marginal areas of Syria and Jordan. Aleppo, Syria: ICARDA.

Tadros K. 1991. Review of rangeland conditions, development activities and feed resources in Jordan. Case study in Jordan. Lajjoun Study Site. *In* Dryland resource management project. Aleppo, Syria: ICARDA.

Wattenbach H, Ströbel H. 1992. Macro-economic aspects of small ruminant production in Jordan. Veterinary epidemiology project, Appendix, Table 3b. Triesdorf, Germany: GTZ (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit), Triesdorf Consult.

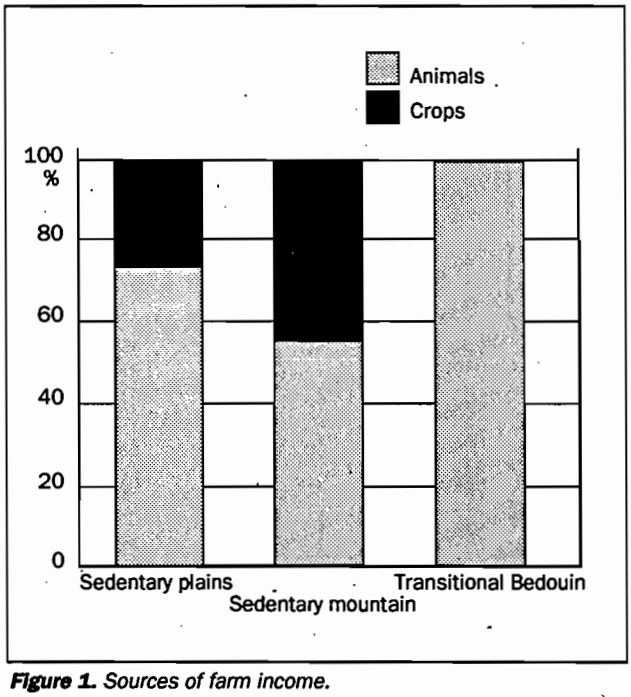


Figure 1. *Sources of farm income.*
(Value of wheat and barley crops for grazing excluded.)

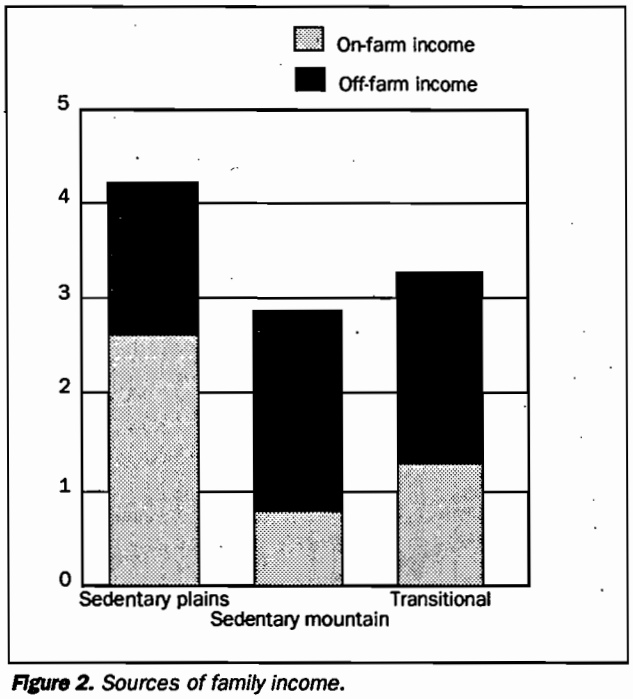


Figure 2. *Sources of family income.*
(JD = Jordan dinar; JD1 = US$1.5, 1993.)

Farming Systems Investigations to Support Livestock Policy Analysis

Rushton, Jonathan

Veterinary Epidemiology and Economics Research Unit, University of Reading, Department of Agriculture, PO Box 236, Earley Gate, Reading, UK RG6 2AT

Abstract

Livestock policy analysis requires information on livestock integration in farm systems. Fieldwork in India demonstrates how case studies and a conceptual model of the farm household economy can be used to generate this information. By combining this approach with secondary data, it is possible to assess the importance and potential of the livestock enterprises, thus ensuring that livestock policy making takes account of the role of livestock in the farming system. This is illustrated by an examination of a livestock policy to improve cattle fertility management.

Introduction

Livestock policy analysis rarely explores the farming system of which the livestock are a part [Hallam 1983; Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) 1990]. However, important information on the role of livestock in the farm system can be provided by combining short and inexpensive fieldwork studies with secondary data. This is demonstrated by a study in southern India.

Materials and Methods

Four villages 40 km south of Bangalore were selected according to their degree of livestock commercialization. Within each village, five households were selected according to landholding size. Each household was visited three times over a period of three months, and data on all major household activities were collected by structured yet informal questioning.

Data Analysis and Results

The main subsistence crop in the area was finger millet (*Eleusine corcane*), which was intercropped with fodder sorghum varieties (*Sorghum bicolor*) and hyacinth bean (*Lablab niger*). Farmers with irrigation also grew a variety of cash crops, the main ones being mulberry (*Morus alba*) and a range of common vegetables. Buffalo and cattle were the main livestock species. The majority of local breed cattle (*Bos indicus*) in the sample farms were draught bullocks. Crossbred cows (*Bos taurus* x *Bos indicus*) were common in all villages and were kept for dairy production. Buffalo cows found in two of the four villages were also used for dairy production. It was common for farms with small landholdings (<2 ha) to hire out labor during the cropping seasons.

To assess the relative importance of the different enterprises, the household cash economy was projected over a six-year period for each farm. Costs and benefits were discounted and used to determine an average cash income per year, and the proportion of this income generated by livestock enterprises. Two household types were included in the sample:

- Farms with irrigation. Estimated to have a yearly cash income of US$945, of which 16% came from animals. These farms had medium and large landholdings (≥2 ha), and usually owned a pair of draught bullocks, kept crossbred cows, and produced cash crops.
- Farms without irrigation. Estimated to have a cash income of US$135, all of which came from animals (subsistence crops produced a negative cash return). These farms had small or marginal landholdings (<2 ha), grew mainly subsistence crops, and kept animals mainly for commercial purposes.

Secondary data showed that the 'without irrigation' group accounted for 80% of the livestock keepers in the villages studied.

Conceptual Models

The conceptual models developed for each category of household are shown in Figures 1 and 2. The models clearly indicate that the 'without irrigation' category has only two means of generating cash income, ie, through livestock production or hiring out labor. This is further illustrated by a 'without irrigation' farm that had two cows—one recently aborted and one with a poor fertility record. During the early rainy season, this farm had no cow in milk production and was forced to sell its labor. This led to a delay in the planting of their subsistence crop and subsequently forced the farm to pay for irrigation water to ensure that their crop produced grain.

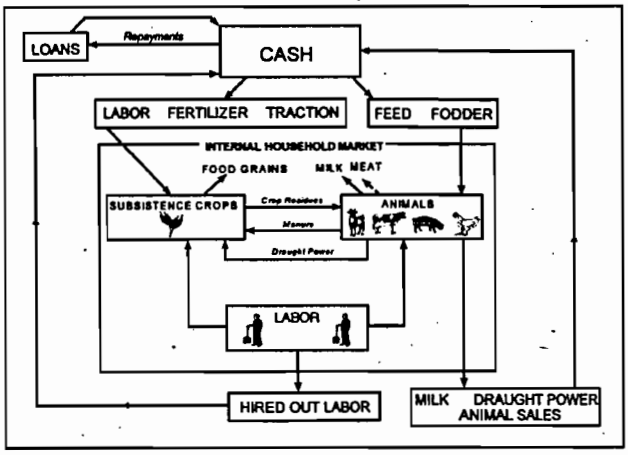


Figure 1. Cash economy of farms without irrigation.

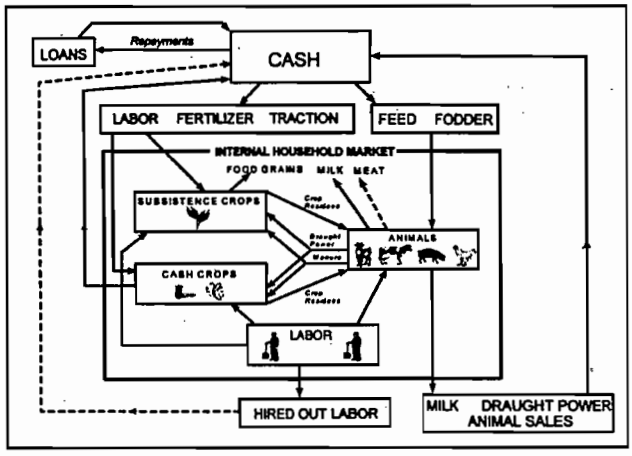


Figure 2. Cash economy of farms with irrigation.

Application to Livestock Policy Analysis

Conceptual models and secondary data indicate that the majority of animal keepers are farmers without irrigation who have only two alternatives for cash income—the sale of labor or livestock products. A reduction in animal production will force a change in their household economies, possibly resulting in neglect of subsistence crops. Therefore income from livestock production plays a vital role in household security for a majority of farms keeping livestock. This indicates that livestock policies directed at reducing risks in livestock production should be given high priority. Two policies are highlighted in this regard, control of epizootics and provision of preventative veterinary medicine. Epizootics have generally been controlled in this area by government veterinary services. However, some aspects of preventative medicine have yet to be explored, in particular, improvement of fertility management through preventative veterinary medicine services. Such a policy may not appear to be applicable to small-scale cattle enterprises, but one major cause of variability of income in small cattle holdings is infertility in females. A policy to improve cattle fertility would help to stabilize income from cattle enterprises. This would reduce households' reliance on seasonal employment and hence allow householders to concentrate on subsistence cropping activities. Adoption of better cattle fertility management at farm level would also increase animal production, much of which could be marketed, as the majority of these households sell surplus livestock production. Therefore the benefits of such a livestock policy would accrue to consumers, as well as to producers of livestock products.

Conclusions

Conceptual household models, in combination with secondary data, can aid livestock policy analysis by providing information on the relative importance of livestock activities to household economies, the positive and negative interactions between livestock and other household activities, and the proportion of additional livestock production that would be marketed.

References

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 1990. The use of scenarios in agricultural sector analysis. The CAPPA system and other approaches. Training Materials for Agricultural Planning 22/1. Rome, Italy: FAO.

Hallam D. 1983. Livestock development planning: a quantitative framework. Centre for Agricultural Strategy, Paper 12. Reading, UK: University of Reading.

Ajuste estructural y estrategias agrícolas entre productores de temporal del sur de Tamaulipas

El caso del ejido Celaya, municipio de Mante, Tamaulipas, México

Vázquez García Enrique[1] ; Navarro Garza Hermilio[2]

[1] INIFAP, Apdo. Postal C-1, Suc. Aeropuerto, 89339 Tampico, Tam. México

[2] Centro de Estudios del Desarrollo Rural del Colegio de Postgraduados, Km 35 Carr. México-Texcoco, Montecillos, Mpio. de Texcoco, Edo. de México, México

Resumen

Se analizó el impacto del ajuste estructural sobre las estrategias agrícolas de los productores y su relación con el uso de la tecnología recomendada por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), en una región de agricultura comercial que se ha caracterizado por disponer desde 1970 de un fuerte apoyo gubernamental para la producción de granos y oleaginosas de temporal, por una gradual reducción de tal apoyo en los últimos cinco años (fig. 1), y por tener una errática distribución de la lluvia, lo cual le imprime a la agricultura un alto riesgo.

Se seleccionó a Celaya, un ejido que se dedica a la siembra de soya (Glycine max), maíz (Zea mais) y sorgo (Sorghum bicolor) durante el verano, y cártamo (Carthamus tinctorius) durante el invierno.

Resultados

Los cambios detectados en las estrategias agrícolas fueron :

- reducción de la cantidad y calidad de las prácticas mecanizadas y de los insumos utilizados, lo que se sintetiza en una reducción del nivel de inversión financiera por hectárea y en una valoración del uso de la mano de obra familiar, aún entre los productores más capitalizados (fig. 2) ;
- variación en la oportunidad de las prácticas, en función de las condiciones del clima y la disponibilidad de recursos ;
- diversificación del sistema de cultivos, con una tendencia a incrementar el cultivo de maíz ;
- intensificación del uso del suelo.

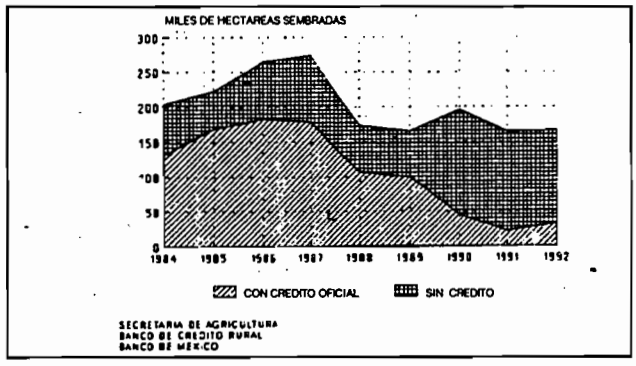


Figura 1. *Evolución de la superficie sembrada, con y sin crédito, en granos y oleaginosas, en el sur de Tamaulipas*

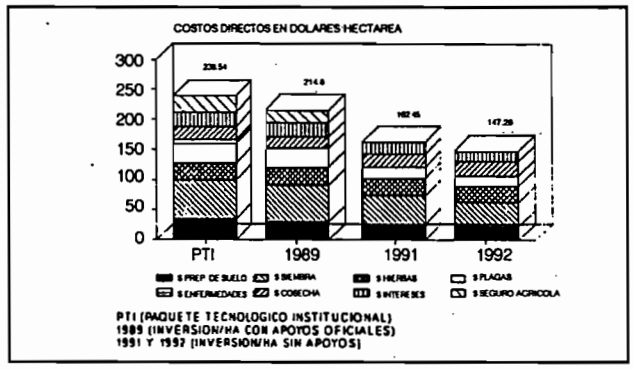


Figura 2. *Costos de producción de la tecnología institucional e inversión de los productores de soya, con y sin apoyos*

Conclusiones

Cuando los productores disponían de apoyos gubernamentales, sus estrategias agrícolas se basaban en la tecnología del INIFAP, ya que su uso era requisito para tener acceso al crédito y al seguro agrícola oficial. Sin embargo, cuando estos apoyos desaparecieron, los productores basaron sus estrategias en decisiones propias, al margen de los paquetes tecnológicos institucionales (PTI), los cuales se han caracterizado por ser poco dinámicos y cada vez menos rentables, esto último como consecuencia del aumento de los costos de producción y de la disminución de los precios de los productos. La lógica de la estrategia de los productores fue disminuir el riesgo.

Extensive Animal/Farming Systems Approach to Agricultural Policies Linkage

Salinas H; Echavarria F; Falcón A; Celaya G; Hoyos G; Ramírez R

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuárias (INIFAP)/CIID, Apdo. Postal 18, Calera Zacatecas, 98500 Mexico

Abstract

More than 2500 producers depend on farming and animal activities in the area of Zacatecas, northeastern Mexico. The target area is a semi-arid zone (300–600 mm/year). Secondary and primary data were analyzed by subsystem. Only 16.1–37.0% of production units were shown to use new technology for the animal subsystem. Low crop yields were caused by low seed densities, lack of fertilization, and degenerated genotypes. Designed technology was validated by the producers. A reduction in animal abortion, from 26.7 to 2.0%, was obtained. An increase in fertility from 65.0 to 74.1% generated higher incomes. Crop, grain, and residue yields increased with improved use of technology. Bean grain yield increased, from 260 to 439 kg/ha, and maize grain, from 232 to 512 kg/ha. After analyzing the results, federal and local agencies met to establish public policies and to induce changes in the target community. The main policies related to (a) ecological education in elementary schools, (b) training on use of technology for crop and goat management, (c) credit for buying improved seed, and (d) infrastructure for minimal housing of goats. The official development pilot program based on these policies began in 1993; producers were provided with the materials for constructing goat housing, and corn and maize seed as fertilizers, improved male goats were sold, and a technician initiated the education process.

Objectives

The objectives of this study were to analyze the major production systems in a semi-arid region in northeastern Mexico, and to design technology to aid formulation of agricultural policies.

Main Results

Smallholders have improved income stability through integrating rain-fed crops and small ruminants. However, as these production systems are more complex than others, a special systems approach is required (Spedding 1990; Tripp 1991; Zandstra 1982). The target area of this study is a semi-arid zone characterized by a precipitation range of 300–400 mm/year and a potential evapotranspiration of 2600 mm/year. Farming systems research has proved to be an excellent means to technology design. Since 1986, farming systems research has been conducted jointly by the Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuárias (INIFAP, Mexico) and the International Development Research Centre (IDRC, Canada). Secondary data from 2042 producers were analyzed to select the geographic study area, and to determine the type of producer to be interviewed. Static diagnosis was undertaken by surveying 151 producers in 24 communities in the study area (Salinas et al 1991).

Major Systems

Primary and secondary data were used to define the major extensive animal/farming systems, their characteristics, and production constraints. Diagnosis revealed that only 16.1 to 37.0% of producers used new animal production technology, while 80.6% of producers used clean goat installations. Only 21.1% of smallholders had introduced new bucks to their herds, and 77.5% did not have control over goats' reproduction. Most producers (90.1%) raised goats

for sale. The mean yield of beans was 287 kg/ha, and of maize, 508 kg/ha. The main crop production constraints were due to low seed densities, lack of fertilization, and degenerated genotypes.

Technology Design and Intervention

In 1991–1992, technology validation was practiced by producers in 12 representative crop/goat production units. Animal indices were observed to increase. A reduction in the number of abortions in goats (from 26.7 to 2.0%) had a positive effect on fertility, which rose from 65.0 to 74.1% in the second year. A reduction in mortality of young animals was also observed (from 26.7 to 14.4%). These two factors resulted in higher incomes. In addition, crop yields increased as a consequence of increases in seed density and fertilization, and the use of an improved genotype for beans and maize. Yield increases were as follows: 260 to 439 kg of grain per ha, and 249 to 373 kg of crop residues per ha for beans; and 232 to 512 kg of grain per ha, and 422 to 820 kg of crop residues per ha for maize.

Strategy for Policy Formulation

Once technology implementation by producers had been evaluated, a pilot project for transfer of technology was initiated (January 1993). Local and federal public agencies collaborated in the project. Five different agencies met to discuss and formulate public policies to induce technology change; the aim was to support the development of 26 smallholdings. The producers and one of the participating agencies hired an extension technician for a four-year period. A schedule of technology recommendations was drawn up, based on the validation phase and on the experiences of producers who had participated in that program. Recommendations covered a range of issues: technology for an improved genotype; fertilization and seed density of maize and beans crops; health and reproduction management; mineral supplements crop residue mix for goat feed; and natural vegetation improvements over 100 ha.

The major policies related to (a) ecological education in the community's elementary schools (educational content: environmental protection conferences, field practice in tree planting, and greater emphasis on teaching ecology), (b) training on technology use for crop and goat management, (c) credit for purchasing seeds, and (d) infrastructure to provide minimal housing for goats. When the program was initiated in 1993, the following inputs were made available to the 26 producers: 312 kg of maize seed (V-209), 2600 kg of oat seed, 1040 kg of Flor de Mayo and Bayo bean seed, 13 500 kg of fertilizer, materials to construct 26 goat houses, and 26 improved male goats.

Conclusions

The farming systems approach proved to be adequate for identifying production system constraints, for designing technology suited to producers' circumstances, and for gathering sufficient integrated data to link and formulate official policies for local development.

References

Salinas H, Avila JL, Falcón JA, Flores R. 1991. Factores limitantes en el sistema de produccion de caprinos en Zacatecas, México. Turrialba 41(1):47–52.

Spedding C. 1990. The role of small ruminants in agricultural systems in developing countries. Presented at the workshop Small Ruminants Research and Development in the Near East, International Development Research Centre (IDRC)–MR237e, 2–4 November 1988, Cairo, Egypt.

Tripp R. 1991. The farming systems research movement and on-farm research. Pages 3–16 *in* Planned change farming systems: progress in on-farm research (Tripp, ed.). UK: John Wiley & Sons.

Zandstra HG. 1982. Experiencias relativas a la investigación sobre sistemas de producción cultivo-animal. Pages 4–17 *in* proceedings of a seminar on investigation of animal production systems (investigación de sistemas de producción animal) (Fitzugh, Hart, Moreno, Osuji, Ruiz, Singh, eds.). Costa Rica/Trinity and Tobago: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)/Caribbean Agricultural Research and Development Institute (CARDI)/Winrock International.

Recherche et mise en application des mesures agrienvironnementales dans les marais de l'Ouest

Chevallier Claude ; Perichon Catherine
Domaine INRA-SAD, 17450 Saint-Laurent de la Prée, France

Résumé

La mise en application locale des mesures agri-environnementales décidées au niveau national oblige à créer des structures locales mixtes, associant l'administration, la profession agricole et les associations de protection de la nature, en raison de la dualité des objectifs poursuivis. La confrontation d'intérêts ordinairement présentés comme contradictoires autour d'un projet commun aboutit à une vaste expérimentation. La recherche y est constamment interpellée aussi bien pour concevoir que pour évaluer les mesures, soit dans leur globalité au niveau national, soit dans leurs applications locales. La recherche-système contribue à élaborer ces mesures en fournissant des moyens méthodologiques, pour, d'une part, prendre en compte la diversité régionale dans les projets locaux et, d'autre part, proposer des améliorations de ces mesures au niveau national.

Abstract

Research into and Application of Environment-Friendly Agricultural Practices in the Marshlands of Western France

The application of national measures to ensure environment-friendly agricultural practices requires the creation of local joint commissions with representatives from the government, farmers' organizations, and environment protection societies. Traditionally, commission members have had conflicting interests, therefore their collaboration in a joint project is highly experimental. Research is a major element in the conception or evaluation of measures intended for nationwide or local applications. Farming systems research provides methodologies that recognize regional diversity in local projects and can identify improvements for application at national level.

Introduction

La récente réforme de la Politique agricole commune (PAC) s'appuie, dans un but de désintensification des systèmes de production, sur des mesures incitatives au nombre desquelles figurent les mesures agri-environnementales. Celles-ci présentent un caractère novateur dans le fait d'associer, dans un contrat entre l'exploitant et l'Etat, un objectif économique, compenser par des primes directes la suppression du soutien des prix, et un objectif non directement marchand, protéger l'environnement et entretenir l'espace. Elles font l'objet d'un encadrement européen en général (Article 19), parfois national (Plan de développement durable), mais laissent toujours une grande initiative au local pour concevoir une mise en application adaptée aux particularités régionales. L'implication du Domaine INRA-SAD de Saint-Laurent de la Prée dans la mise en application de "l'Article 19" au sein des marais de l'Ouest illustre le rôle de la recherche-système dans l'élaboration d'une telle politique agricole. La recherche est en effet constamment interpellée aussi bien pour aider à concevoir que pour évaluer les mesures, soit dans leur globalité (au niveau national), soit dans leurs applications locales. Ces marais sont une entité géographique connue pour les affrontements entre les intérêts de la production agricole (intensification céréalière) et ceux de la protection de l'environnement (zones humides). L'enjeu est de revaloriser l'utilisation agricole de la prairie naturelle, support de la richesse biologique, à l'encontre du développement du drainage.

L'expertise

La dualité des objectifs contenue dans ces mesures oblige à créer des structures locales mixtes (administration préfectorale, agricole, environnementale, profession agricole, associations de protection de la nature, chasse, gestionnaires de l'eau, instituts de recherche), susceptibles de soutenir ces démarches dites d'agriculture-environnement. L'élaboration de

cahiers des charges pour des pratiques pastorales à la parcelle respectueuses de l'environnement (chargement, date de fauche, fertilisation, maintien des zones humides) et le choix des périmètres d'éligibilité ont été l'occasion d'une "prise de risque" dans un domaine où les références scientifiques sont quasi inexistantes. En effet, la recherche, dans l'état des connaissances disponibles alors, ne pouvait que fournir des résultats techniques entre niveaux d'extensification et de production. La part de la négociation a été prépondérante dans cette phase. Malgré ces insuffisances scientifiques, ces projets communs avec confrontation d'intérêts aboutissaient à une vaste expérimentation et instauraient des lieux de négociation locaux. Sur cette base, l'expertise scientifique a permis de faire prendre conscience aux acteurs de la complexité des interactions en jeu et de la nécessité de parfaire des cahiers des charges établis dans l'urgence et de façon simpliste. Elle suscite aussi des thèmes de recherche pluridisciplinaire dans un domaine peu exploré.

L'évaluation

A la demande des instances nationales, des dispositifs d'évaluation des mesures ont été mis en place sous la responsabilité de la recherche. Ces travaux, en cours, ont nécessité d'élaborer des outils communs d'observation rendant compte simultanément de l'évolution des systèmes agricoles (systèmes d'exploitation, d'élevage et fourragers) et des écosystèmes concernés (flore prairiale et avifaune notamment). Ils fournissent un apport méthodologique dans la constitution d'un outil d'observation croisé agricole et écologique sur les marais. Les résultats directs de l'évaluation sur l'efficacité de la mesure sont aussi des moyens d'animation remarquables pour promouvoir un rapprochement agri-environnemental à la base, et pour établir des liens entre les instances nationales (ministères) et locales (comités de pilotage) grâce à des procédures d'observation unifiées. Cependant, ce sont ces mises en œuvre locales qui ont permis la formalisation progressive du contenu de la mesure, avant même les conclusions de l'évaluation. Avec la généralisation de l'adoption de la mesure, elles ont abouti à des contrats assez uniformisés, repris dans un schéma cadre au niveau national.

La conception

La dynamique de création permise par ce dispositif permanent d'élaboration et d'évaluation s'est trouvée ainsi limitée par une nécessaire normalisation nationale voire européenne. Cependant, les critiques formulées au cours des évaluations locales sont les supports de leur reformulation, ou même de création de nouveaux projets. C'est ainsi qu'émergent actuellement des propositions mixtes entre des approches type "Article 19", très collectives et sans lien avec les systèmes d'exploitation, et d'autres de type PDD, exclusivement spécifiques à l'exploitation. Le contrat parcellaire se transforme en contrat de gestion de la totalité des prairies naturelles de l'exploitation agricole. Cette démarche est rendue possible par des efforts de communication réciproques, réalisés dans l'élaboration des premiers dossiers. Dans ces nouvelles propositions, la recherche joue un rôle de médiateur entre les niveaux local et national.

An Object-Oriented Framework for Analyzing Sustainable Strategies in Farming

Hansen, Jens Peter
National Institute of Animal Science, PO Box 39, DK-8830 Tjele, Denmark

Abstract
Sustainability indicators and object-oriented methods are used as means to develop a computer-based tool that operationalizes sustainability. Indicators relate general elements of sustainability to specific farm activities. These are modeled at sector level by using object-oriented methods that handle different layers of abstractions.

Introduction

The wide variety of definitions of sustainability all establish the fact that the concept is not operational. In Denmark, a multidisciplinary research project was initiated to solve this problem. The project is divided into three subprojects covering the farm, quality of the rural environment, and society. The project recognizes that sustainability includes political, administrative, and scientific elements. Therefore, the objective is to develop a computer-based tool that analyzes the consequences of alternative beliefs (political, administrative) combined with a scientific description of reality.

Operationalizing Sustainability

Operationalization of sustainability involves a model combining top-down and bottom-up approaches. The top-down approach starts by operationalizing the ecological, socioeconomic, and ethical dimensions of sustainability. This is done by defining sustainability indicators (SuI) that express the extent to which the objective is fulfilled. If the chosen SuI cannot be quantified, it is resolved into several new SuIs at a lower level, and the process continues until all SuIs can be quantified (Østergaard, Hansen 1994).

The bottom-up approach acknowledges that specific activities on individual farms fulfill the needs of farmers, cause external effects (economic, environmental), and may be the target for policies. Debrah and Hall (1989) show how the use of aggregate yield and price data results in plans that are unattainable by farmers. Detailed modeling of the farm, including goal and values of the decisionmaker, is needed to mimic farmers' decision behavior. Knowledge sets (Hansen 1988), similar to operation sequences as proposed by Stomph et al (1994), are used for a quantitative description of alternative on-farm activities. The lowest resolution level of the SuIs defines what to include in the model.

The farm-level model simulates how a given farm will develop over time for a certain scenario determined by the political and administrative systems. The accumulated impact of farms in an area can be estimated by working with a representative number of different farms and using the SuI hierarchy; the impact at national level can be evaluated by considering different areas.

Object-Oriented Methods

Modeling such a system holds several problems. Participating researchers are experts in different fields and see the world from different levels. Communication and delegation of work is therefore difficult. The same applies for communication with external parties and eventually users of the tool. Another concern is how to keep the developed tool flexible enough to integrate new knowledge and demands.

Object-oriented methods (OOM) offer a promising way to deal with these obstacles. In object-oriented analysis, the world is described by identifying the classes and objects that

form the vocabulary of the problem domain. In object-oriented design, the abstractions and mechanisms that condition the required behavior of the modeled system are invented through object-oriented decomposition and message sending between objects. Interfaces between objects are among others defined by the specified SuIs. The result is a representation with high density and cohesive clustering of information and low degree of coupling. The products of the object-oriented design can be used as blueprints for complete implementation of the desired model using object-oriented programming methods (Silvert 1993).

The advantage of these methods is their close resemblance to our mental models and way of thinking, and to system analysis, including representation of hierarchical structures. Layers of abstractions make it possible to deal with very complex systems. The modularity of object-oriented models allows both generalized and specialized views. This structure facilitates delegation of work and supports internal and external communication, as this can take place at a suitable level of abstraction. Flexibility and maintenance are facilitated as changes in upper levels can be inherited by lower levels, and changes at lower levels will often be upward-compatible. This facilitates stepwise development.

To gain full advantage of OOM, 12 key persons in the different subprojects were given an introduction course in a specific method called object-oriented analysis and design for system engineering (OoASE) (Skogstad Nielsen 1992).

OoASE starts with a domain analysis and guides the developer through successive steps, in which iterative testing and incremental development lead to an analysis model that can be used directly at the start of the object-oriented design process. Elements from the analysis model are connected by inventing abstractions; defining interfaces; defining communication between objects, and between the model and real world; and refining attributes and transaction sequences to a pseudo code. OoASE is well suited for system descriptions, as it couples together behavior and structure of the application domain through a transaction and reference concept.

The OoASE method is supported by a software tool, OoASEtool, which is used as a workbench by the project. It allows a common systematic approach and notation. As users are guided by the tool through the steps of the method, they can concentrate on the problem in focus.

References

Debrah S, Hall HH. 1989. Data aggregation and farm risk analysis. Agricultural Systems 31:239–245.

Hansen JP. 1990. DAIRY—an integrated decision support system for planning of feed supply and land use on the dairy farm. Pages 182–191 *in* Integrated decision support systems in agriculture, Third International Congress for Computer Technology (Kuhlmann F, ed.). Frankfurt am Main, Germany: DLG.

Silvert W. 1993. Object-oriented ecosystem modelling. Ecological Modelling 68:91–118.

Skogstad Nielsen S. 1992. Objektorienteret analyse og design. Copenhagen, Denmark: Borgens Forlag. 314 pp.

Stomph TJ, Fresco LO, Van Keulen H. 1994. Land use system evaluation: concepts and methodology. Agricultural Systems 44:243–255.

Østergaard V, Hansen JP. 1994. Indicators—a method to describe sustainability of livestock farming systems. Paper presented at the Workshop on Improvement of Research-Extension-User Linkages, University of Zimbabwe, Zimbabwe, 2–4 August 1993.

Redefining the Concept of Technology for Farming Systems Research and Extension Applications

Escobar, Germán
International Network on Farming Systems Research Methodology (RIMISP), Casilla 244, Correo 34, Santiago, Chile

Traditionally, agricultural technology has had a technical and production-oriented connotation for field projects following the systems approach. Considering the systems hierarchy (macro or national level, regional level, farm or production system, and production subsystems) most commonly used in farming systems research and extension (FSRE) projects, agricultural technology has usually concentrated on production subsystems. Field teams often interchange the process of designing technical change for a production system with an agronomic on-farm experiment to adapt an improved production technology, which is expected to replace farmers' pattern in a particular subsystem. In most cases, the evaluation of immediate effects of such a technological alternative is conducted at the farm level and includes some components of the suprasystems (eg, labor market, financial access, product market).

The earlier approach to designing technological alternatives to the farm system is constrained by incorrect data collection and utilization during the characterization phase (static and dynamic diagnosis, and farm systems typification). No attention is paid to the production—processing—marketing process, and the limiting factors are often either disregarded or confused with technical problems. There exists a general lack of ex-ante evaluation mechanisms applicable to alternative design. The absence of this type of evaluation contributes to the frequent misorientation of FSRE projects, which is usually recognized very late in the project time horizon.

Technological change designed for small farmers can no longer ignore the rapid changes that are taking place in the macrosystem. Certain issues have a direct impact on the agricultural sector: openness of national economies, change in the role of governments, expectation of an isomarginal revenue from all sectors of the economy, and reinforcement of the market as the mechanism for public and private resource allocation. They lead to the release of a number of subsidies and compensation mechanisms, privatization of certain production activities and services, decentralization and strengthening of local governments, greater participation of producers' organizations, reduction of government expenditure, and increased possibility of importing agricultural products.

These changes leave the small farming subsector with at least four major unresolved issues:

- how to attain and maintain competitive production;
- insertion in the market for inputs, outputs, goods, and services;
- production of adequate economic surplus from agricultural production in the long run;
- participation in policy decisions and development programs aimed at providing opportunities to attain social and economic equitability.

A broad concept of technology and its transfer is required if rural and agricultural development programs are to support the small farmer in facing these issues.

Such a conceptual understanding must be related to the concepts of systems hierarchy, production system characterization and typology, design of technological alternatives, elements of the appropriate technology, and ex-ante and analytical evaluation. The broad concept of

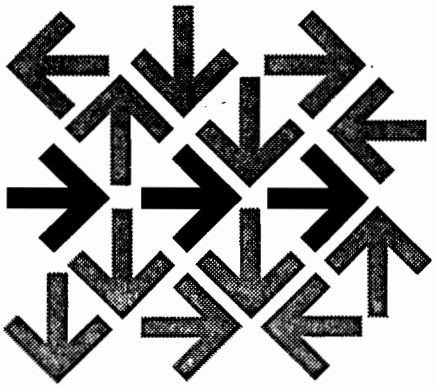
technology goes beyond agricultural production. In addition to the production component, technology for small production systems includes other elements such as:

- classification, processing, and handling; farm management and organization techniques;
- strategies to access and preserve market segments;
- combination of production subsystems and other on- and off-farm activities;
- use of economic analyses to identify market opportunities and allocate resources according to factor productivity and farm component interrelations;
- collaboration with off-farm organizations to improve input and output negotiation capacity;
- adoption of regional conservation technology;
- participation in agricultural and local policy decisions.

Actions to transfer technology—in keeping with the earlier conceptual definition—cannot continue to concentrate on explanations and demonstrations of improved production technology. Transfer of technology becomes a permanent planning process concerning functions and structure of the farm or production system, according to the factors that influence the farm in the hierarchical order of systems. This concept of technology transfer requires the confirmation of a body of techniques and knowledge to identify and design action strategies for the overall production system; production technology is one of the elements involved in work with small farmers.

Operationally, the broad concepts of technology and transfer need a framework, within which a flexible content is developed for specific sites. Such a framework must consider the following components:

- a clear definition of the objective system (usually the farm or production system);
- determination of a convenient system hierarchy that allows the technical team to understand how the objective system works and what are the major constraints and possibilities;
- characterization and classification of objective systems, including the major hierarchical relations and dynamic interactions of subsystems and major components;
- selection of key elements required for the design of production alternatives for a farm system interacting in a complex and dynamic economy.



Lecteurs / Reviewers

Index des auteurs / Authors Index

Table des matières / Table of Contents

Lecteurs / Reviewers

Nous remercions les lecteurs des communications, qui, par les conseils qu'ils ont prodigués aux auteurs, ont contribué à la qualité scientifique de ce symposium.

We thank our team of reviewers, who advised contributing authors on their submissions and helped ensure the high scientific quality of the symposium.

Abramovay, R.
Albaladejo, C.
Amara, A.
Apedaile, L.P.
Aubert, C.
Axinn, G.
Axinn, N.
Balent, G.
Banasco, A.
Barbier, J.M.
Baudry, J.
Bellon, S.
Benoit, M.
Benoit-Cattin, M.
Berdegué, J.
Bergeret, P.
Blanc-Pamard, C.
Böcklin, G.
Bonnemaire, J.
Bosc, P.M.
Bourbouze, A.
Boussard, J.M.
Brossier, J.
Bye, P.
Caldwell, J.
Campagne, P.
Campbell, A.
Caneill, J.
Capillon, A.
Cena, F.
Centrès, J.M.
Cerf, M.
Charpenteau, J.L.
Chassany, J.P.
Chataigner, J.
Chauveau, J.P.
Chia, E.
Chominot, A.
Coleou, J.
Collin, J.Ph.
Collinson, M.
Coulomb, P.
Daane, J.
Damais, G.
Daucé, P.
Dauvisis, M.C.
Dedieu, B.
Deffontaines, J.P.
Delgado, Ch.
Dent, B.
Devèze, J.C.
Devienne, S.
Dockès, A.C.
Dolberg, F.
Doligez, F.
Doppler, W.
Doré, T.
Dufumier, M.
Dulcire, M.
Durr, C.
Escobar, G.
Farrington, J.
Faure, G.
Faye, J.
Feldstein, H.S.
Fleury, A.
Flichman, G.
Garin, P.
Gastellu, J.M.
Gautier, J.
Gentil, D.
Gibbon, D.
Girard, V.
Guitton, J.L.
Haan, C. de
Hassainya, J.
Hentgen, A.
Horskotte, G.
Houdard, Y.
Hubert, B.
Hugon, Ph.
Huijsman, B.
Jacquet, F.
Jamin, J.Y.
Jégouzo, G.
Jiggins, J.
Jollivet, M.
Jouve, A.M.
Jouve, Ph.
Jullian, P.
Jussiau, R.
Kayser, B.
Keatinge, D.
Kebe, D.
Kiene, W.
Kleene, P.
Kleitz, G
Kroll, J.C.
Laboucheix, J.
Labouesse, F.
Lacombe, P.
Landais, E.
Langlet, A.
Lapierre, O.
Laurent, C.
Lechi, F.
Lemery, B.
Le Moigne, J.L.
Lericollais, A.
Lescourret, F.
Letablier, M.Th.
Lev, L.
Lhoste, P.
Lightfoot, C.
Lossouam, J.
Madeline, Y.
Magda, D.
Manichon, H.
Mannetje, L.
Manrique, E.
Martinand, P.
Mathieu, L.
Matlon, P.
Mc Gregor, M.
Meynard, J.M.
Millier, C.
Moisan, H.
Morlon, P.
Norman, D.
Normandin, D.
Osty, P.L.
Paul, J.L.
Pernet, F.
Peters, K.
Picard, D.
Pichot, J.
Pillot, D.
Pluvinage, J.
Prod'Homme, J.P.
Ridder, N. de
Ramirez, E.
Ravnbord, H.M.
Ray, W.
Rehman, T.
Reyniers, F.N.
Rieu, T.
Röling, N.
Rollin, D.
Roméas, D.
Roux, M.
Salles, J.M.
Seligman, N.
Sorbo, G.M.
Sorensen, J.
Stomph, T.
Tallec, M.
Teyssier, A.
Trébuil, G.
The Tuan, D.
Touzard, J.M.
Tychon, B.
Vallerand, F.
Van Gysel, J.
Varga, J.
Viaux, P.
Vissac, B.
Waibel, H.
Weber, J.
Widstrand, C.
Zijp, W.

Index des auteurs / Authors Index

Adam R. 888
Adnguidi J. 274
Affholder F. 411
Albaladejo C. 230, 607, 618
Albert H. 437
Ambri A. 685
Ammour T. 754
Angevin F. 53
Antona M. 431
Apedaile L. P. 39
Arce B. 584
Archer Ken A. 264
Assabah A. 915
Aubry C. 519
Auclair L. 328
Bagarama F. 86
Bajracharya B. 420
Balent G. 110
Barbier J.M. 272, 572
Basnyat B. B. 452
Baudry J. 316
Be Tran T. 270
Bebbington A. J. 699
Bell S. 807
Bellande A. 46
Bellon S. 104
Ben Cheikh K. 328
Benencia R. 710
Benoit M. 230,582, 827
Berdegué, J. A 955
Bergeret P. 937
Bernard C. 404
Bisson P. 301
Blokland A. 371
Boizard H. 53
Bonnal P. 178
Bordage B. 823
Bory A. 46, 856
Bossuet L. 292
Bouchier A. 272
Boughlala M. 685
Bourbouze A. 155
Bousquet D. 738
Bousquet F. 431
Braojos García Ramón F. 717
Bravo G. 217
Brons J. 294
Buadaeng, K. 580
Bunyecha K. F. 86
Cairol D. 613, 722
Calatrava J. 574
Caldarini C. 813
Campagne P. 137
Campbell A. 366, 385
Cañero R. 574
Cardoso A. 868
Caron P. 199
Casabianca F. 618
Castella J.C. 562
Castellanet C. 148
Cavassa A. 892
Celaya G. 981
Cerf M. 53
Chabosseau J.M. 28, 531
Chalub Martins L. 728
Channer A. G. De R. 973
Chataigner J. 949
Chatelin M.H. 104, 223, 639
Chauvel A. 503
Chevalier C. 28, 983
Chevignard N. 827
Chia E. 217
Chowdhury M.K. 276
Chuma E. 161
Clouet Y. 199
Colliot E. 645
Conesa A. P. 572
Conway F. 355
Coulibaly N. 456
Cretenet M. 125
Crookston, R. K. 803
d'Haese L. 131
Da Veiga J.B. 503
Damais G. 902
Darré J.P. 28
Das C.S. 961
Davis P. 584
De Reynal V. 856
De Steenhuijsen Piters B. 22
de Reynal V. 768
Deboodt T. 355
Dedieu B. 531
Deffontaines J.P. 827
Defoer T. 294, 667
Degand J. 131
Desjardins T. 503
Deverre C. 483, 623
Devèze J.C. 58
Deybe D. 883
Diarra S. 456
Djenotin J. 274
Doligez F. 897
Dominguez C. 607
Doppler W. 63
Dorado A.J. 471
Dorado G. 217
Dos Santos Neusa A. 178
Doucoure Hamadi S. 294
Dounias E. 505
Draeger K. 242
Ducrocq H. 292
Ducrot R. 497
Dufumier M. 926
Dugué P. 322
Dulcire M. 80
Durand G. 932

Duru M.
104, 292
Duvernoy I.
230
Echavarria F.
981
El Mourid M.
685
El Ouali A.
685
El Oumri M
685
Elson L. N.
284
Engel P. G. H.
206
Enilorac M.P.
501
Enserink H. J.
86
Erguiza A. J. S.
851
Escobar G.
92, 987
Fabre B.
499
Fabri A.
46
Fadani A.
949
Falcón A.
981
Farihane H.
685
Farrington J.
699
Fauré J.
932
Fernandez Alsina C.
872
Fiorelli J.L.
104
Flamant J.C.
34
Flood Carlos A.
710
Floquet A.
603, 704
Fok A. C. M.
943
Fragata A.
461
Fresco L. O.
22
Frio A. L.
851
Gama Da Silva P. C.
199
Garganta E.
46
Garin P.
284
Gastellu J.M.
76
Genin D.
466
Gérard F.
883
Gerbouin P.
748
Germain N.
76
Gibbon D.
807
Gibon A.
34, 104, 223
Gilibert J.
570
Girard N.
223
Göbel W.
877
Godden B.
582
Goebel W.
685
Gouet J.P.
248
Granger S.
110
Gray D.I.
673
Griffon M.
949
Guérin G.
119
Guoliang Z.
381
Gupta Modadugu V.
784
Gyansa-Easmon C.E.
588
Halberg N.
360
Hansen J. P.
985
Harris H.
685
Hathaway R.
355
Hatibu N.
762
Havard M.
538
Haverkort B.
593
Havet A.
104, 223
Hawkins R.
167
Hawkins S.
551
Heidhues F.
949
Hervé D.
76, 286, 466
Herzenni A.
155
Hilhorst T.
456
Hill Michael J.
264
Horstkotte G.
340
Hoyos G.
981
Hubert B.
199, 223, 483
Huda A. K. S.
870
Huguin A.
282
Husson O.
645
Irungu J.
762
Islam M.
777
Ison R. L.
212, 280
Jamin J.Y.
545
Jannot P.
722
Jeannequin B.
511
Jiankun H.
381
Jiggins J.
791
Jmyi A.
685
Joldersma R.
371
Jouve P.
185, 834
Kajiru G. J.
86
Kamajou F.
949
Kamara A.
294
Kanté S.
667
Kaul A.
242
Keatinge J. D. H.
846
Kébé D.
288
Kemp E. A.
673
Khtour Dah O.
335
Klaver W.
819
Knickel K.
796, 966
Kone G.M. S.
677
Krebs P.
773
Kristensen E. S.
360
Krstič B.
634
Laajili Ghezal L.
328
Laban P.
344
Lamballe P.
489
Langlet A.
230, 920
Lardon S.
119, 230, 827, 920
Lassalle T.
706
Lasseur J.
623
Le Gal P.Y.
538
Le Goulven P.
396
Le Houerou B.
582
Lebailly P.
335
Lemaitre G.
248
Leon-Verlarde C. U.
584
Lericollais A.
236
Lev L.
355
Lewis B.
242
Lhoste P.
173
Lockhart J. C.
673
Lohr L.
306
Lowenberg-DeBoer J.
551
Luna J.
863
Madi A.
949
Madondo B. B. S.
689
Maigrot J.L.
827
Mallick R. N.
276
Malpartida E.
76
Mandal B.
961
Mantino F.
813
Marsh R. R.
425
Marshall E.
827
Martin A.
762
Martínez H.
71
Martins P. F. S.
868
Mascaretti A.
143

Matheny E. L
851
Matheron G.
34
Mathieu A.
104, 570
Mattee Amon Z.
706
Maurer M.
975
Mauries M.
681
McClintock D.
212
McGrath D.
863
Meertens H. C. C.
86
Merrill-Sands D.
699
Michellon R.
507
Migliori S.
623
Milleville P.
236
Minae S.
693
Miranda E.E.
471
Mitja D.
503
Moisan H.
613, 827
Mollard E.
661
Molle F.
114,193
Mongbo R.
603, 744
Mora L.
71
Moulin C.H.
526
Mouret J.C.
272, 572
Mousset J.
53, 639
Muchagata Márcia G.
768
Muhar M.C.
230
Muñoz H.
584
Mutimba J.
683, 867
Namdar-Irani M.
98
Napoléone M.
28
Naritoom C.
562
Navarrete M.
511
Navarro Garza H.
979
Nhan N. V.
296
Niangado O.
371
Nielsen R.
551
Nocquet J.
499
Nonfon R.
274
Nordblom T.
685
Ombionyo M.
258
Opare Danso W.
588
Osty P.L.
104, 119
Ouedraogo S.
371, 883
Paillat H.
786
Paine M. S.
556
Papy F.
53, 639
Parker W. J.
673
Parton K. A.
376
Paul J. L.
46, 282, 856
Pearson C. J.
264, 280
Peltier R.
404, 501
Perichon C.
28, 983
Pemet F.
920
Perret S.
507
Pfeiffer A.
278
Phung M. T.
645
Picard D.
301
Pillot D.
489, 627, 908
Pinheiro S.L. G.
280
Pluvinage J.
915
Pontanier R.
328
Pound B.
762
Puewoh Pingpoh D.
258
Purba S.
340
Quezada X.
98
Quiévreux D.
639
Quiroz R.
584
Quyen M. V.
645
Raju G.
350
Ramirez R.
675
Ramírez R.
981
Ramírez E.
71
Ravisé J.-F.
282
Razzaque M. A.
276, 777
Refsgaard K.
360
Rehman T.
846
Reid J. I.
673
Rellier J.P.
223
Revilla R.
34
Reyniers F.N.
411
Ringia, O.
516
Rivière G.
466
Roa J. R.
973
Robert D.
248
Robert M.
446
Roberts R. J.
841
Rodríguez A.
877
Röling N.
391
Rollin D.
578
Rousseau P.
489
Royer V.
282
Ruf T.
114, 396
Runge-Metzger A.
437
Rushton J.
977
Sabourin E.
199
Salinas H.
981
Salomon M.
206
Saridnirun P.
562
Sarrazin F.
733
Scheidegger U.
310
Schilizzi S. G. M.
39, 272
Scopel E.
411
Séguy L.
301
Seiter S.
863
Shah W. A.
649
Shomo F.
685
Sibbald A.R.
34
Sibelet N.
627
Simbizi J.
131
Simpson B. M.
599
Sinclair F. L.
654
Singh K. P.
477
Smith F.
355
Son D.K.
296
Soto P.
272
Sperry S.
679
Sriskandarajah N.
270
Steiner K. G.
310
Stitou H.
155
Stoop W.A.
371
Stoyke C.
576
Suarez R.
586
Sutherland A.
762
Swanson B. E.
865
Tallec M.
185
Talukder A.
425
Témé B.
371
Temple L.
949
TenPas T.
863
Teyssier A.
284
Thanh T.K.
296
Thapa B.
654

The Tuan Dao
17
Thenail C.
316
Tillard E.
526
Todd E. G.
673
Todd R.
355
Topall O.
503
Torre C.
932
Toutain B.
503
Townsley P.
649
Townsley R. J.
556
Trébuil G.
562
Triboulet P.
119, 230, 920
Valette F.
193
Vall E.
290
van Eckert, M.
580
Vaquer C.
272
Vázquez García E.
979
Veiga I. Jr.
768
Verhaegen E.
131
Versteeg M.
274
Viaux P.
248
Vissac B.
34
Vogel J.
773
Waibel H.
340, 576
Walker D. H.
654
Weber J.
431
William R.
863
William R. D
276, 355
Wolff H.P.
495
Yaping H.
381
Yvon F.
908
Zatz I. G.
728

Table des matières / Table of Contents

(P) : posters

1 Méthodes / Methods

Typologies d'exploitations agricoles, dynamique de diversification et macrocontraintes
Quelques leçons méthodologiques d'une expérience au Vietnam
The Tuan Dao 17

Variations on a Theme: Conceptualizing System Diversity with Examples from Northern Cameroon
De Steenhuijsen Piters B. ; Fresco L. O. 22

Facteurs d'évolution de problématique en recherche participative
Mise en perspective de trois exemples
Chabosseau J.M. ; Chevalier C. ; Darré J.P. ; Napoléone M. ; Périchon C. 28

Systèmes d'élevage en ferme : les zootechniciens européens à la recherche de concepts et d'outils
Gibon A. ; Matheron G. ; Vissac B. ; Flamant J.C. ; Revilla R. ; Sibbald A.R. 34

Integrating Agroecological and Socioeconomic Rural Dynamics: Theoretical Framework and Application
Schilizzi S. G. M. ; Apedaile L. P. 39

Quel système de référence pour la prise en compte de la rationalité de l'agriculteur : du système de production agricole au système d'activité
Paul J.L. ; Bory A. ; Bellande A. ; Garganta E. ; Fabri A. 46

La modélisation des conditions d'intervention au champ en grande culture
Cerf M. ; Mousset J. ; Angevin F. ; Boizard H. ; Papy F. 53

Réflexions sur l'intérêt et les limites des recherches-système en matière de développement rural
Devèze J.C. 58

The Role of Quantitative Methods in Integrating Farm, Village, and Regional Systems Approaches
Doppler W. 63

Captura de información dinámica : comparación del seguimiento dinámico quincenal y entrevista semiestructurada en profundidad
Ramírez E. ; Martínez H. ; Mora L. 71

Interdisciplinarité et quiproquos : témoignage à plusieurs voix
Gastellu J.M. ; Germain N. ; Hervé D. ; Malpartida E. 76

De l'expérimentation technique à l'implication sociale : quelles voies pour les agronomes ?
Dulcire M. 80

From Farming Systems Research and Extension to Zonal Strategies: Rice Research in Sukumaland, Tanzania
Enserink H. J. ; Bunyecha K. F. ; Meertens H. C. C. ; Kajiru G. J. ; Bagarama F. 86

Desarrollo Metodológico para la Aplicación del Enfoque de Sistemas en América Latina
Escobar G. 92

Formulation de projets locaux de développement agricole pour les principaux systèmes de production paysans chiliens
Namdar-Irani M. ; Quezada X. 98

Propositions pour l'aide à la gestion des ressources fourragères : une approche système articulant enquête, expérimentation et simulation
Duru M. ; Bellon S. ; Chatelin M.H. ; Fiorelli J.L. ; Gibon A. ; Havet A. ; Mathieu A. ; Osty P.L. 104

Intégration de méthodes et outils analytiques dans une démarche recherche-système. Application à la prairie permanente
Granger S. ; Balent G. 110

Eléments pour une approche systémique du fonctionnement des périmètres irrigués
Molle F. ; Ruf T. 114

Comprendre et représenter l'organisation spatiale des systèmes techniques
L'élevage ovin extensif du sud du Massif central (causse Méjan, France)
Guérin G. ; Lardon S. ; Osty P.L. ; Triboulet P. 119

Expérimentation des systèmes de culture dans les pays tropicaux
Cas des zones cotonnières d'Afrique noire
Cretenet M. 125

Etude spatio-temporelle des systèmes de production agricole
Le cas du Burundi
Simbizi J. ; Verhaegen E. ; Degand J. ; d'Haese L. 131

Système agraire, Système rural, Système local
La pluriactivité en Languedoc
Campagne P. 137

La recherche-système et la formulation de projets d'investissement dans le développement rural
Mascaretti A. 143

Is Farming Systems Research and Development (FSRD) a Science?
A Review of the Anglo-Saxon Literature
Castellanet C. 148

Stratégie pour un taureau
Recherche sur un développement adapté aux structures sociales de la montagne marocaine
Stitou H. ; Bourbouze A. ; Herzenni A. 155

Contribution of Different Evaluation Methods to the Understanding of Farmers' Decisions on Adoption and Adaptations of Innovations
Experiences from the Development of a Conservation Tillage System in southern Zimbabwe
Chuma E. 161

Use of Priority Setting and Causal Analysis Methods for Research and Development
Hawkins R. 167

L'évolution des méthodes de recherche et de recherche-développement sur les systèmes d'élevage en régions chaudes
Lhoste P. 173

Définition et discussion d'un dispositif de recherche-développement : cas du projet Silvânia dans les Cerrados (Brésil)
Bonnal P. ; Zoby J. L. F. ; Dos Santos Neusa A. 178

Une méthode d'étude des systèmes agraires en Afrique de l'Ouest par l'analyse de la diversité et de la dynamique des agrosystèmes villageois
Jouve P. ; Tallec M. 185

Quelques réflexions sur l'apport de la modélisation dans les recherches-système
Molle F. ; Valette F. 193

Contribution à la planification du développement sans objectif final : proposition pour la région Nordeste (Brésil)
Gama Da Silva P. C. ; Caron P. ; Sabourin E. ; Hubert B. ; Clouet Y. 199

RAAKS: A Participatory Action-Research Approach to Facilitating Social Learning for Sustainable Development
Engel P. G. H. ; Salomon M. 206

Revealing and Concealing Metaphors for a Systemic Agriculture
McClintock D. ; Ison R. 212

Fonctionnement de l'exploitation agricole et analyse de la diversité dans une perspective de développement rural
Bravo G. ; Dorado G. ; Chia E. 217

Formalisation des relations entre stratégie et pilotage dans les systèmes fourragers
Propositions pour la conception d'instruments d'aide à la décision
Girard N. ; Havet A. ; Chatelin M.H. ; Gibon A. ; Hubert B. ; Rellier J.P. 223

Approche spatiale et fonctionnelle des relations entre activités agricoles et territoires
Construction d'une méthode de diagnostic
Duvernoy I. ; Lardon S. ; Albaladejo C. ; Benoît M. ; Langlet A. ; Muhar M.C. ; Triboulet P. 230

La recherche face au changement des systèmes de production agricole sahéliens
Lericollais A. ; Milleville P. 236

Methodology for Participatory Rapid Resource Assessment with Indicators of Sustainability
Kaul A. ; Draeger K. ; Lewis B. 242

Etude expérimentale de systèmes de production en grande culture
Viaux P. ; Lemaitre G. ; Gouet J.P. ; Robert D. 248

Livestock Systems Research in the Adamawa Province of Cameroon: Methods and Research Innovations
Puewoh Pingpoh D. ; Ombionyo M. 258

Research Management: Combining Diverse Methods to Provide a Basis for Estimating Benefits and Identifying Priorities for Agricultural Research
Pearson Craig J. ; Hill Michael J. ; Archer Ken A. 264

Sustainability of a Rice–Prawn Farming System in Vietnam (P)
Be Tran T. ; Sriskandarajah N. 270

Un outil transdisciplinaire pour l'intégration des données en recherche-système : application à la riziculture camarguaise (P)
Vaquer C. ; Soto P. ; Barbier J.M. ; Bouchier A. ; Mouret J.C. ; Schilizzi S. 272

Effective Participatory Research Involving Farmers, Nongovernment Organizations, National Agricultural Research Systems, and International Agricultural Research Systems, to Improve Food Security in Northern Benin (P)
Versteeg M. ; Adnguidi J. ; Djenotin J. ; Nonfon R. 274

Quests for Methodology to Improve Systems-Oriented Research in Agriculture and Rural Development in Bangladesh (P)
Razzaque M. A. ; Chowdhury M. K. ; Mallick R. N. ; William R. D. 276

Farm Organization Principles as Part of Farming Systems Theory (P)
Pfeiffer A. 278

A Farming Systems Research/Extension Model Underway in Santa Catarina, Brazil: A Critical Analysis (P)
Pinheiro S. L. G. ; Pearson C. J. ; Ison R. L. 280

Mise en place d'un réseau de suivi de systèmes d'élevage (P)
L'élevage bovin en Martinique
Royer V. ; Huguin A. ; Ravisé J.-F. ; Paul J. L. 282

Sécurisation foncière et relations entre agriculture et élevage au lac Alaotra (Madagascar) (P)
Garin P. ; Teyssier A. ; Elson L. N. 284

Rotation collective et mise en place individuelle de l'assolement dans les Andes (P)
Hervé D. 286

Utilisation de modèles d'impact d'innovations technologiques et changements macro-économiques au Mali (P)
Kébé D. 288

Une approche de la traction animale dans le bassin cotonnier du Nord-Cameroun (zone soudano-sahélienne) (P)
Vall E. 290

Démarche de recherche pour l'aide à la gestion du pâturage tournant (P)
Cas d'élevages laitiers du sud-ouest de la France
Ducrocq H. ; Bossuet L. ; Duru M. 292

Complémentarité entre la méthode accélérée de recherche participative thématique et le diagnostic formel (P)
Cadre conceptuel et expériences en zone Mali-Sud
Doucoure Hamadi S. ; Defoer T. ; Kamara A. ; Brons J. 294

Application of Land Evaluation and Farming Systems Analysis (LEFSA) for Land Use Planning in Viet Nam (P)
Son D. K. ; Thanh T. K. ; Nhan N. V. 296

2 Environnement / Environment

Système de culture et fixation de l'agriculture en conditions pluviales dans les régions tropicales
Cas des régions tropicales humides et équatoriales du Brésil
Picard D. ; Séguy L. ; Bisson P. 301

Accounting for Interdependencies in Economic and Environmental Goals for Farming Systems Adoption
Lohr L. 306

Participatory Technology Development for Soil Fertility Management in Tropical Highlands
Steiner K. G. ; Scheidegger U. 310

Méthodes d'étude des relations entre activités agricoles et paysages
Thenail C. ; Baudry J. ... 316

Stratégies des producteurs et gestion des ressources naturelles en Afrique soudano-sahélienne
Dugué P. ... 322

Usage des ressources sylvopastorales et systèmes de production dans le Haut Tell tunisien
Auclair L. ; Ben Cheikh K. ; Laajili Ghezal L. ; Pontanier R. ... 328

Évaluation économique de la préservation de l'environnement
Lebailly P. ; Khtour Dah O. ... 335

Integration of Fish into Intensive Rice-Based Farming Systems in Asia
Waibel H. ; Horstkotte G. ; Purba S. ... 340

Accountability, an Indispensable Condition for Sustainable Natural Resource Management
Laban P. ... 344

Joint Forest Management
People's Institutions Provide a Sustainable Option
Raju G. ... 350

Improving Oregon's Natural Resources: Collaborative Learning, Systems Approaches, and Participatory Action Research
William R. D ; Lev L. ; Conway F. ; Deboodt T. ; Hathaway R. ; Todd R. ; Smith F. ... 355

Energy Use in Crop Production on Danish Mixed Farms: Systemic Modelling of Data from Farm Studies
Halberg N. ; Kristensen E. S. ; Refsgaard K. ... 360

Landcare in Australia: Spawning New Models of Inquiry and Learning for Sustainability
Campbell A. ... 366

L'intégration de la recherche-système et la gestion des ressources naturelles : un mariage de bon sens
Joldersma R. ; Blokland A. ; Niangado O. ; Ouedraogo S. ; Témé B. ; Stoop W.A. ... 371

Socioeconomic Modelling of Agricultural Land Degradation
Parton K. A. ... 376

Study on the Arid Agricultural Development Model in Manas County, Xinjiang
Guoliang Z. ; Yaping H. ; Zulin S. ; Jiankun H. ... 381

Participatory Inquiry: Beyond Research and Extension in the Sustainability Era
Campbell A. ... 385

Creating Human Platforms to Manage Natural Resources: First Results of a Research Program
Röling N. ... 391

Gestion des ressources en eau dans les Andes équatoriennes
Structures, bilans, règles et modèles
Ruf T. ; Le Goulven P. ... 396

Étude du parc agroforestier d'un terroir sénoufo au nord de la Côte-d'Ivoire
Utilisation d'un SIG pour cartographier les parcelles cultivées et corréler le type d'arbre avec différentes données agronomiques et socioéconomiques
Bernard C. ; Peltier R. ... 404

L'eau et l'activité agricole : diagnostic et modélisation du fonctionnement de quelques hydrosystèmes agricoles tropicaux
Affholder F. ; Reyniers F.N. ; Scopel E. ... 411

Gender Roles in Agroforestry Systems in the Hills of Nepal
Bajracharya B. ... 420

Effects of the Introduction of Home Gardening on the Production and Consumption of Target, Interaction, and Control Groups: A Case Study from Bangladesh
Marsh R. R. ; Talukder A. ... 425

Simulations multi-agents et gestion des ressources renouvelables
Bousquet F. ; Antona M. ; Weber J. ... 431

Management of Natural Resources: Systems Approaches to *Striga* Control in Sub-Saharan Africa
Albert H. ; Runge-Metzger A. ... 437

Underexploited Tree Crops: Components of Productive and More Sustainable Farming Systems
Robert M. ... 446

Shifting Cultivation: Safeguarding the Natural Resource Base
Basnyat B. B. ... 452

Vers une gestion durable des ressources naturelles
Quelques expériences avec des programmes tests de gestion de terroir villageois au Mali-Sud
Diarra S. ; Hilhorst T. ; Coulibaly N. 456

Pratiques des agriculteurs et améliorations technologiques en milieu difficile
Les cas du maïs, du haricot et des bovins de la race «mirandesa» au nord du Portugal
Fragata A. 461

Reproduction des systèmes de culture à jachère longue pâturée dans les Andes : un enjeu technique et socioculturel
Genin D. ; Hervé D. ; Rivière G. 466

Sistemas de informaciones geográficas como instrumento complementario para la evaluación de sistemas de producción sostenibles
Miranda E.E. ; Dorado A.J. 471

Farmers' Involvement in Improving Farming Systems in an Area of Resource-Poor Rainfed Agriculture in the Tribal Region of Bihar, India
Singh K. P. 477

Agriculture et environnement : derrière un nouveau slogan, de nécessaires reformulations pour la recherche
Deverre C. ; Hubert B. 483

Limites de l'échelle individuelle pour raisonner la conduite d'une culture en situation de forte pression parasitaire
Le cas de la riziculture de décrue au Cambodge
Rousseau P. ; Lamballe P. ; Pillot D. 489

System-Oriented Approach for Sustainable Forestry Development in Morocco (P)
Wolff H.P. 495

Risques et intensification : exemple d'une démarche pour renouveler les références techniques pour la riziculture au lac Alaotra (Madagascar) (P)
Ducrot R. 497

La gestion des effluents d'élevage d'une exploitation agricole vue comme un système (P)
Fabre B. ; Nocquet J. 499

Durabilité des systèmes agro-sylvo-pastoraux akambas du Kenya (P)
Concept de la ferme minimale durable et possibilités d'adoption des innovations
Enilorac M.P. ; Peltier R. 501

Gestion durable des pâturages en Amazonie brésilienne (P)
Relations entre systèmes de production et écosystèmes forestiers
Topall O. ; Da Veiga J.B. ; Toutain B. ; Mitja D. ; Chauvel A. ; Desjardins T. 503

L'agroforesterie traditionnelle au secours de la faune forestière menacée (P)
Une possible contribution des agriculteurs-piégeurs Mvae à la gestion de la réserve de faune de Campo (Sud-Cameroun forestier)
Dounias E. 505

Conception de systèmes agricoles durables avec couverture herbacée permanente pour les Hauts de la Réunion (P)
Michellon R. ; Perret S. 507

3 Agriculture intensive / High Input Agriculture

Intérêt d'une approche systémique dans la recherche de nouveaux itinéraires techniques en maraîchage sous abri
Navarrete M. ; Jeannequin B. 511

Toward Sustainable Agriculture in Tanzania: Socioeconomic and Policy Implications of Judicious Insecticide Spraying in Cotton
Ringia, O. 516

De la parcelle cultivée à la sole d'une culture : des échelles complémentaires de conception des références techniques
Aubry C. 519

Le troupeau : un système biotechnique complexe
Les enseignements d'une recherche pluridisciplinaire menée au Sénégal
Moulin C.H. ; Tillard E. 526

Conception et réalisation de suivis d'exploitations d'élevage extensif en zone herbagère
L'exemple du réseau d'étude en Montmorillonnais
Dedieu B. ; Chabosseau J.M. 531

Aide à l'organisation collective du travail en riziculture motorisée : application d'une démarche de conseil au Sénégal
Le Gal P.Y. ; Havard M. ... 538

Normes techniques et diversité sociale : l'agriculture irriguée sahélienne peut-elle s'intensifier en prenant en compte la diversité des exploitations ?
Jamin J.Y. ... 545

Management of Intrafield Variability in Large-Scale Agriculture: A Farming Systems Perspective
Lowenberg-DeBoer J. ; Nielsen R. ; Hawkins S. ... 551

Managing Behavior Change in New Zealand Kiwifruit Growers: A Key to Advancing Farm Systems Practice
Paine M. S. ; Townsley R. J. ... 556

Typology of Asparagus Producers for a Comprehensive Approach to Differentiation of Cultivation Practices in Central Thailand
Castella J.C. ; Saridnirun P. ; Naritoom C. ; Trébuil G. ... 562

Why Is First Calving at Two Years Not Prevalent in Dairy Farms ? (P)
Mathieu A. ; Gilibert J. ... 570

Agriculture intensive et milieux protégés (P)
Une approche à l'échelle du système de culture pour analyser et améliorer le choix des techniques
Mouret J.C. ; Barbier J.M. ; Conesa A. P. ... 572

Sustainability as a Goal for the Application of Farming Systems Research and Extension to High Extemal Inputs Systems: Case of Plastic Cover Horticulture in Spain (P)
Calatrava J. ; Cañero R. ... 574

Adjustment Strategies of Mixed Farms in Lower Saxony in Response to Nitrogen Restrictions (P)
Stoyke C. ; Waibel H. ... 576

Recherche-développement et réhabilitation de périmètres irrigués sur les Hautes Terres malgaches (P)
Rollin D. ... 578

Diversity of Highland Farming Systems in Northern Thailand (P)
A Case Study on the Rice Production Systems of Karen Farmers
Buadaeng, K. ; van Eckert, M. ... 80

Farmyard Manure Management for Enhanced Sustainability (P)
Benoit M. ; Le Houerou B. ; Godden B. ... 582

Measuring Bioeconomic Sustainability: Use of Simulation and Case Study in Latin America (P)
Leon-Verlarde C. U. ; Muñoz H. ; Davis P. ; Quiroz R. ; Arce B. ... 584

Patterns of Change in Smallholding Systems (P)
Suarez R. ... 586

Choice of Component Intercrop Models in Citrus-Based Cropping Systems: A Conceptual Socioeconomic Viewpoint (P)
Gyansa-Easmon C.E. ; Opare Danso W. ... 588

4 Savoirs paysans / Indigenous Knowledge

Building on Rural People's Biotechnology: A Double Challenge for Research and Development
Haverkort B. ... 593

Systematic Integration of Knowledge Systems: An Underutilized Potential for Agricultural Development in Marginal Areas
Simpson B. M. ... 599

Savoirs locaux et approches-système : l'exemple d'innovations endogènes au sud du Bénin
Floquet A. ; Mongbo R. ... 603

Les stratégies d'adaptation des petits agriculteurs dans des systèmes de recherche et développement très contraignants
Dominguez C. ; Albaladejo C. ... 607

Pratiques de conseil et système d'information des agriculteurs
Le cas des agro-équipements
Cairol D. ; Moisan H. ... 613

Une recherche-action agissant sur les représentations que les organismes de recherche et de développement se font du savoir des agriculteurs
Les conditions préalables à la participation
Albaladejo C. ; Casabianca F. 618

Les éleveurs ovins des Préalpes face aux innovations techniques
Production de viande et gestion de troupeaux
Migliori S. ; Deverre C. ; Lasseur J. 623

Proximité de systèmes de production et reprises techniques
Examen de la pertinence d'un concept à partir d'un cas d'innovation aux Comores
Pillot D. ; Sibelet N. 627

Recherche de modèles des exploitations familiales spécialisées dans la production bovine
Krstić B. 634

Conception de démarches de conseil en agro-équipement basées sur la simulation de l'organisation du travail
Chatelin M.H. ; Mousset J. ; Papy F. ; Quiévreux D. 639

Participatory On-Farm Research and Use of Indigenous Knowledge in the Plain of Reeds, Mekong Delta, Viet Nam
Husson O. ; Quyen M. V. ; Phung M. T. ; Colliot E. 645

An Indigenously Developed Pond Aquaculture System in Bangladesh
Shah W. A. ; Townsley P. 649

Farmers' Ecological Knowledge of Management and Use of Farmland Tree Fodder Resources in the Eastern Hills of Nepal: Implications for Research and Development
Thapa B. ; Sinclair F. L. ; Walker D. H. 654

La prise de risque dans les stratégies paysannes
Mollard E. 661

La connaissance de la classification et gestion paysanne des terres
Rôle dans l'orientation des actions de recherche et de développement
Kanté S. ; Defoer T. 667

Farming Systems Research in a New Zealand Context (P)
Integration of Farmer Knowledge into Farm Management Research
Gray D.I. ; Lockhart J. C. ; Reid J. I. ; Todd E. G. ; Kemp E. A. ; Parker W. J. 673

Participatory Rapid Appraisal of Farmers' Agricultural Knowledge and Communication Systems (P)
Ramirez R. 675

Association de culture attelée de Kassoumbarga : une organisation de promotion paysanne dans le nord de la Côte-d'Ivoire (P)
Kone G.M. S. 677

Dynamique sociale des organisations de petits producteurs ruraux (P)
Sperry S. 679

Utilisation des réseaux de références pour l'étude des systèmes fourragers à base de luzerne (P)
Mauries M. 681

An Analysis of the Involvement of Small Farmers' Organizations and Their Contribution to Research in Zimbabwe (P)
Mutimba J. 683

Farmer Interview Methods and Crop Growth Simulation for Yield Gap Estimation in Morocco (P)
Nordblom T. ; Shomo F. ; Boughlala M. ; Goebel W. ; Harris H. ; El Mourid M. ; Ambri A. ; El Oumri M ; Farihane H. ; El Ouali A. ; Jmyi A. 685

5 Organisations rurales / Local Organizations

Influence of Local Organization on Innovations in a Systems Context in Zimbabwe
Madondo B. B. S. 689

Role of Local Organizations in the Design and Testing of Technology for Agroforestry
Minae S. 693

Farmers' and Community Organizations in Agricultural Research and Extension: Functions, Impacts, and Questions
Bebbington A. J. ; Merrill-Sands D. ; Farrington J. 699

Diverse and Linked: Farmers' Organizations in Tanzania
The Role of Small Farmers' Groups in Technology Generation and Dissemination
Mattee Amon Z. ; Lassalle T. 706

Evaluación de experiencias de organización rural a la luz del enfoque de sistemas
Benencia R. ; Flood Carlos A. 710

Las Uniones de Crédito : un instrumento para el desarrollo de las unidades de producción
Braojos García Ramón F. 717

Articulation des systèmes "exploitation-famille" et "social local" pour comprendre les pratiques d'équipement en commun
Jannot P. ; Cairol D. 722

La place des agriculteurs dans la recherche et leur intégration aux prises de décision
Chalub Martins L. ; Zatz I. G. 728

Méthodologie de construction d'un projet de développement local
Sarrazin F. 733

Les caisses de crédit, une nouvelle forme d'organisation rurale au Nord-Vietnam
Bousquet D. 738

Systèmes de connaissances agricoles et organisations paysannes au Bénin : les limites des approches systémiques
Mongbo Roch L. ; Floquet A. 744

Dynamique locale d'innovation : organisation et démarche des acteurs
L'expérience de San Dionisio au Nicaragua
Gerbouin P. 748

Organisations de paysans des zones tropicales pour une utilisation durable des ressources naturelles : l'expérience du programme Olafo
Ammour T. 754

Influence of Institutional Environment on Project Organization and Technology Development: Three East African Case Studies
Pound B. ; Martin A. ; Sutherland A. ; Hatibu N. ; Irungu J. 762

La construction du dialogue entre chercheurs et paysans à travers l'expérience du CAT
Muchagata Márcia G. ; de Reynal V. ; Veiga I. Jr. 768

Genèse d'une fédération de paysans
Vogel J. ; Krebs P. 773

Accelerating Technology Transfer through Research–Nongovernment Organization Linkage: Bangladesh Experience
Islam M. ; Razzaque M. A. 777

Development of Sustainable Farming Practices through Collaborative Government and Nongovernment Organization Linkages (P)
Case Study in Bangladesh
Gupta Modadugu V. 784

Mécanisation chez les petits planteurs de la Réunion : diversité locale des formes sociales d'utilisation du matériel agricole (P)
Paillat H. 786

6 Formation / Training

Systems Approaches: The Challenge to University Teaching
Jiggins J. 791

Application of Systems Thinking to Improvement of Higher Education in Agricultural Sciences
Discussion of Recent Experiences at Witzenhausen, Germany, and Comparison with Similar Initiatives in Hawkesbury, Australia, and Wageningen, The Netherlands
Knickel K. 796

Decision Cases: A New Approach to Farming Systems Research, Extension, and Training
Crookston, R. K. 803

Farming Systems and Learning Systems
Notes from the Experience of the School of Development Studies, University of East Anglia, UK
Gibbon D. ; Bell S. 807

Human Capital in Italian Agriculture and the Roles of Education and Extension
Caldarini C. ; Mantino F. 813

Decision-Oriented Approaches in the Training of Multidisciplinary Teams
Klaver W. 819

Pour une approche systémique de l'ingénierie de formation
Bordage B. 823

La modélisation spatiale dans une action de formation-recherche-développement
Deffontaines J.P. ; Lardon S. ; Chevignard N. ; Marshall E. ; Maigrot J.L. ; Moisan H. ; Benoit M. 827

Approche systémique et formation des agronomes
Jouve P. 834

Challenge and Change in Curriculum for Systems Agriculturalists: A System's Response to a Changing Environment
Roberts R. J. 841

Systems Approaches to Agricultural Education: Experiences, Issues, and Implications
Rehman T. ; Keatinge J. D. H. 846

Role of Training in Women and Development: A Case of Participatory Training in Gender Analysis
Frio A. L. ; Erguiza A. J. S. ; Matheny E. L 851

Formation universitaire à la recherche-développement et approche systémique
L'expérience du magistère Développement agricole caraïbe à l'Université des Antilles et de la Guyane
Bory A. ; Paul J. L. ; De Reynal V. 856

Mutual Learning in a Participatory On-Farm Research Project in Oregon, USA (P)
Seiter S. ; William R. ; Luna J. ; McGrath D. ; TenPas T. 863

Using Systems Analysis to Help Research and Extension Managers Identify and Solve Linkage Problems (P)
Swanson B. E. 865

Agricultural Extension through Cooperatives in Zimbabwe (P)
Mutimba J. 867

L'approche systémique, cadre efficace pour la formation des professionnels du développement rural : le DAZ en Amazonie brésilienne (P)
Cardoso A. ; Martins P. F. S. 868

Role of Crop Simulation Models as Educational Tools for Assessing Alternative Land and Crop Management Options (P)
Feedback on the PERFED Model
Huda A. K. S. 870

Projet de formation en matière d'expérimentation adaptative et de transfert technologique (P)
Fernandez Alsina C. 872

7 Politiques agricoles / Agricultural Policy

Impact of Fertilizer Pricing Policies on Barley-Livestock Production Systems in Northwestern Syria
Rodríguez A. ; Göbel W. 877

Impact des politiques agricoles sur le développement durable dans un village du Burkina Faso
Deybe D. ; Gérard F. ; Ouedraogo S. 883

Comprehensive Information Systems for Decision Making in an Economy in Transition
A Case Study in China
Adam R. 888

Comunidades campesinas y formación de mercados en sistemas de producción surandinos del Perú
Cavassa A. 892

Quelles recherches pour évaluer l'impact des systèmes financiers décentralisés en milieu rural ?
Doligez F. 897

Modélisation macro-économique et micro-économique
Une tentative pour mieux intégrer les stratégies des producteurs dans l'élaboration des politiques agricoles
Damais G. 902

Mutations techniques en économie de transition
La décollectivisation au Nord-Vietnam
Pillot D. ; Yvon F. 908

Les leçons de l'observation d'exploitations agricoles en zone semi-aride algérienne
Une contribution à de nouvelles propositions de politique agricole
Pluvinage J. ; Assabah A. 915

La notion de système rural localisé : un outil pour les politiques régionales
Pernet F. ; Langlet A. ; Lardon S. ; Triboulet P. 920

Systèmes agraires et politiques agricoles
Dufumier M. ... 926

Démarche systémique et évaluation des politiques agricoles
Application aux systèmes céréaliers de Guárico (Venezuela)
Durand G. ; Fauré J. ; Torre C. ... 932

La politique foncière au Vietnam
Bergeret P. ... 937

La nature de la dynamique du système coton au Mali
Fok A. C. M. ... 943

Agricultural Price Policy and Export and Food Production in Cameroon
A Farming Systems Analysis of Pricing Policies
Heidhues F. ; Kamajou F. ; Chataigner J. ; Griffon M. ; Fadani A. ; Madi A. ; Temple L. ... 949

Chile's Privatized Extension System: 17 Years of Experience
Berdegué, J. A ... 955

Policy Issues for Farming in Inundated Lowlands
Das C.S. ; Mandal B. ... 961

A Systems Approach for Better Understanding of Policy Impact: The Vulnerability of Family Farms in Western Europe
Knickel K. ... 966

Farming Systems Research in China: A Case Study (P)
Channer A. G. De R. ; Roa J. R. ... 973

Influence of Feedstuff Subsidies on Mixed Farming and Bedouin Systems in the Marginal Areas of Jordan (P)
Maurer M. ... 975

Farming Systems Investigations to Support Livestock Policy Analysis (P)
Rushton J. ... 977

Ajuste estructural y estrategias agrícolas entre productores de temporal del sur de Tamaulipas (P)
El caso del ejido Celaya, municipio de Mante, Tamaulipas, México
Vázquez García E. ; Navarro Garza H. ... 979

Extensive Animal/Farming Systems Approach to Agricultural Policies Linkage (P)
Salinas H. ; Echavarria F. ; Falcón A. ; Celaya G. ; Hoyos G. ; Ramírez R. ... 981

Recherche et mise en application des mesures agrienvironnementales dans les marais de l'Ouest (P)
Chevallier C. ; Perichon C. ... 983

An Object-Oriented Framework for Analyzing Sustainable Strategies in Farming (P)
Hansen J. P. ... 985

Redefining the Concept of Technology for Farming Systems Research and Extension Applications (P)
Escobar G. ... 987

Lecteurs / Reviewers ... 991

Index des auteurs / Authors Index ... 993

Notes

L O U I S - J E A N
avenue d'Embrun, 05003 GAP cedex
Tél. : 92.53.17.00
Dépôt légal :828 — Octobre 1994
Imprimé en France

Recherches-système en agriculture et développement rural

Symposium international

Montpellier, France – 21-25 novembre 1994

Les mutations des agricultures à travers le monde, les évolutions de leurs contextes socio-économiques depuis quelques décennies sont considérables et, très probablement, nous entrons dans une ère de changement et d'incertitude permanents : il n'est plus possible de penser l'agriculture sans la resituer dans le développement rural et celui-ci dans le développement global. Ces constatations, aujourd'hui largement admises, impliquent de repenser les outils méthodologiques disponibles pour l'analyse, le diagnostic et l'action. Parmi ceux-ci, les démarches "systémiques" ont progressivement acquis une place privilégiée. Quelle est la valeur actuelle de ces démarches ? A quelles conditions ces outils peuvent-ils conserver leur valeur dans la situation mondiale très évolutive d'aujourd'hui ? En effet, les travaux menés dans diverses disciplines impliquées dans les questions de développement soulignent l'importance des approches dynamiques et, plus généralement, la nécessité d'une meilleure prise en compte du temps, des anticipations des acteurs et des interrelations entre les systèmes et leurs environnements, naturel et socio-économique. Pour traiter de ces questions, le symposium est organisé en conférences plénières et en sept ateliers, qui permettront d'aborder plusieurs des champs qui posent question aujourd'hui.

Systems-Oriented Research in Agriculture and Rural Development

International Symposium

Montpellier, France – 21 to 25 November 1994

Agriculture throughout the world has changed considerably over the past few decades; related socioeconomic conditions have also evolved. We are probably entering an era of permanent change and uncertainty. Agriculture cannot be dissociated from rural development, and rural development from global change. These observations only confirm the need to rethink the methodological tools for analysis, diagnosis, and action. The systems approach has gained wide acceptance, but how relevant is it to the current context? How can it maintain its value in a changing environment? Development-related interdisciplinary research stresses the importance of a dynamic approach that integrates farmers' aspirations, and the interaction between farming systems and their natural and socioeconomic environments. The Systems-Oriented Research Symposium is organized into plenary sessions and seven workshops to allow meaningful discussion of the diverse issues involved in current agricultural research.

Diffusion : CIRAD-SAR
Service des éditions
BP 5035
34032 Montpellier cedex 1
France

ISBN : 2-87614-181-7

Illustration de couverture : Claire Dubreucq

Imprimerie MICHEL -67 58 84 03