

TRANSITIONS AGRAIRES ET DYNAMIQUES ENVIRONNEMENTALES EN ASIE DU SUD-EST

D'UNE GESTION DE PROJET A UNE GOUVERNANCE DE TERRITOIRES

Jean-Christophe Castella

Mémoire pour l'obtention de l'Habilitation à Diriger les Recherches de
l'Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse
Spécialité : Géographie

Soutenue le 23 avril 2007 devant le jury composé de :

Joël Charre	UNIVERSITE D'AVIGNON	Président
Jean-Paul Cheylan	CNRS UMR ESPACE	Rapporteur
Eric Lambin	UNIVERSITE DE LOUVAIN	Rapporteur
Bernard Hubert	INRA – EHESS	Rapporteur
Christian Taillard	CNRS LASEMA	Examineur
François Bousquet	CIRAD UPR GREEN	Examineur

*« L'avenir n'est jamais que du présent à mettre en ordre.
Tu n'as pas à le prévoir, mais à le permettre. »*
[Antoine de Saint-Exupéry]



Table des matières

Avant-propos	9
Introduction : agriculture – environnement, des connaissances à acquérir aux problèmes à régler	15
○ Expansion agricole et déforestation dans les zones de montagne d'Asie du Sud-Est	18
○ Les temps de l'environnement	28
○ De l'environnement à la gestion intégrée des ressources et des territoires	35
1. Entre terroirs et territoires : analyse multiscalaire des dynamiques d'usage des terres	45
<i>1.1. Approches systèmes multi-échelles : pour une intégration horizontale et verticale des connaissances</i>	<i>47</i>
○ Gestion des ressources spatialisées et dynamiques paysagères : questions de méthode	48
○ Logiques de production et accès aux ressources à l'interface des dynamiques foncières locales et régionales	54
○ Des modèles territoriaux pour contextualiser la réflexion et l'action	61
<i>1.2. Les territoires et les réseaux de l'innovation</i>	<i>70</i>
○ L'innovation, moteur du changement	71
○ Rencontre entre injonctions institutionnelles et initiatives locales	76
○ Vers une gouvernance territoriale du processus d'innovation	81
2. Temps, trajectoires et transitions : éléments pour une théorie du changement	87
<i>2.1. De quelles transitions parlons-nous ?</i>	<i>90</i>
○ Multiples transitions ou multiplicité des perspectives sur la « grande transition » vers le développement durable	90
○ Transitions forestières et dynamiques environnementales	96
○ Transitions agraires et recomposition des territoires ruraux	102

2.2. <i>Mesurer, analyser et accompagner les transitions agraires</i>	111
o Mesurer le changement technique	112
o Analyser les transitions	115
o Accompagner les transitions agraires	121
3. Similitudes, simulacres et simulations : vers de nouvelles méthodes d'acquisition, de représentation et d'intégration des connaissances	131
3.1. <i>Modéliser les dynamiques territoriales avec les acteurs</i>	134
o Les déterminants locaux de la structuration des territoires	135
o Transfert d'échelle et modélisation des dynamiques régionales	143
o Combinaison de modèles et exploration de scénarios	149
3.2. <i>Accompagner le changement pour mieux le comprendre</i>	165
o Pour une heuristique de recherche fondée sur l'action	166
o Objets intermédiaires supports de l'action collective	171
o Des « dispositifs humains » destinés à favoriser l'apprentissage collectif	176
Conclusion : réconcilier les échelles d'espace et de temps de la recherche et celles de l'action environnementale	185
o Pratiques, méthodes, outils de la recherche en partenariat	185
o Théories, controverses scientifiques, histoire	188
o Dispositifs d'innovation et d'apprentissage organisationnel	190
Références	193

Avant-propos

*« Ce n'est point dans l'objet que réside le sens des choses,
mais dans la démarche. »*

[Antoine de Saint-Exupéry, *Citadelle*]

Le concept de transition agraire est au cœur des recherches menées par une équipe de l'Institut de Recherche pour le Développement à laquelle j'appartiens depuis 2001¹. Cette notion, nous le verrons, fait l'objet de nombreuses interprétations selon les lieux, les points de vue disciplinaires, et les échelles auxquelles on se place. Généralement elle renvoie à des transformations majeures de l'agriculture et/ou de son rôle dans la société qui bouleversent les relations des hommes à leur milieu. Ainsi, par exemple les agronomes considèrent l'invention de l'agriculture au néolithique puis les transformations successives des techniques de production depuis l'abattis-brûlis à jachère courte jusqu'à la culture permanente avec labour comme des transitions - ou révolutions - entre différents modes de gestion de la fertilité des sols (Mazoyer et Roudart, 1997). Pour les géographes, la transition agraire marque l'évolution du statut des territoires ruraux : d'un espace structuré par et organisé autour de la production agricole, à un espace d'interaction entre les multiples secteurs de la société. L'agriculture perd son rôle moteur dans les dynamiques territoriales (De Koninck, 2004 ; Rigg, 2006). Les tenants de l'économie politique associent ce concept à l'augmentation du poids de l'économie de marché sur le secteur agricole (Bernstein et Byres, 2001). Cependant, le modèle classique de la transition agraire, fondé sur l'économie des pays industrialisés ne permet pas d'expliquer les dynamiques en cours dans les pays en voie de développement. Rigg (2001), Wilson et Rigg (2003) leur reprochent d'être trop linéaires et de ne pas prendre suffisamment en compte la diversité et la complexité des processus de changement.

¹ Entre 2001 et 2004 dans le cadre de l'unité de recherche IRD « Transitions agraires et dynamiques écologiques » et depuis 2005 dans le cadre de l'équipe « Dynamiques agraires et environnementales » de l'unité de recherche IRD « Dynamiques environnementales entre forêts, agriculture et biodiversité. Des pratiques locales aux politiques publiques ».

L'Asie du Sud-Est, région du monde ayant composé avec la transformation agraire la plus intense des trois dernières décennies, est considérée par différentes équipes internationales comme un laboratoire de recherche privilégié du changement². Des dynamiques très rapides placent tous les secteurs d'activité en situation de grande incertitude. Les changements économiques et environnementaux interviennent souvent à des vitesses supérieures aux capacités d'adaptation des sociétés. La question se pose aussi sans doute de manière plus vive qu'ailleurs dans le monde d'une adaptation des pratiques de recherche à ces nouveaux contextes mouvants, en mutation, au bord de la crise. Comment aborder ce changement ? De manière fataliste, en le considérant comme le résultat agrégé de logiques individuelles sur lesquelles le collectif n'a pas de poids, la recherche n'a pas de prise ? Le rôle des chercheurs devrait-il se cantonner à documenter des trajectoires agraires passées ? Les questions environnementales deviennent si pressantes qu'elles remettent en cause les postures détachées des scientifiques positivistes. Ils sont sommés de s'engager dans l'action, d'éclairer des politiques de développement dont ils doivent prendre leur part de responsabilité. En effet, ces dernières années la demande sociale a évolué considérablement vis-à-vis du monde de la recherche. Au delà d'une meilleure compréhension des environnements – naturels et humains – dans lesquels nous vivons, de la conception de technologies nouvelles qui facilitent la vie, on demande aux chercheurs de définir les voies et les modes de gouvernance de la « grande transition » celle qui tend vers le développement durable tel qu'il est défini par les objectifs du millénaire (Raskin et al., 2002). Projet de société ou utopie... ?

Quelle que soit la réponse à cette vaste question, je me suis demandé quelle contribution je pouvais apporter à l'analyse et à la compréhension des transitions agraires, à partir de mon expérience de terrain en Asie du Sud-Est, sachant qu'elle est limitée dans l'espace et dans le temps, que l'histoire ne se répète pas à l'identique et qu'il n'existe pas de théorie générale des transitions agraires qui fasse l'unanimité. Dès le début des années 1990, mes recherches se sont concentrées sur les relations entre les transitions agraires et les dynamiques environnementales dans les zones de montagne de la péninsule indochinoise. J'ai d'abord étudié sur deux terrains thaïlandais, situés dans les provinces de Kanjanaburi et

² En 2005, un projet ambitieux a été initié par le Professeur Rodolphe de Koninck pour coordonner les efforts de recherches de plusieurs d'entre elles autour des « Défis de la transition agraire en Asie du Sud-Est ». Cette initiative vise une nouvelle compréhension de la transition agraire telle qu'elle se déploie dans les pays en développement.

Lopburi, le processus d'expansion agricole au détriment de la forêt puis l'intensification agricole dans le cadre d'une agriculture qui s'était tourné très tôt vers le marché (Castella et al., 1999b). Sur ces terrains, les agriculteurs sont allés jusqu'au bout des logiques technicistes d'intensification agricole (Castella et Deguine, 2006). Pris dans un engrenage de pulvérisation de produits insecticides sur leurs cultures, ils sont allés jusqu'aux limites du système sociotechnique, associé à une dégradation durable des caractéristiques environnementales : résistance des ravageurs aux produits phytosanitaires, résidus dans les produits agricoles et dans les sols, intoxications des agriculteurs. Il était sans doute trop tard pour faire machine arrière et la culture du coton, par exemple, a disparu de régions entières. Dans un tel contexte, le rôle des chercheurs était limité à documenter a posteriori le scénario catastrophe que l'on supposait pourtant prévisible. Comme dans de nombreux cas de catastrophes écologiques, l'information, la motivation ou la capacité nécessaire pour infléchir les tendances négatives ont fait défaut (Diamond, 2005 ; Lambin, 2005). La science est censée fournir l'information, les deux autres éléments de l'équation étant communément attendus d'autres secteurs de la société, notamment des décideurs politiques. Mais cette première expérience thaïlandaise réinterprétée dans le cadre d'une démarche comparative avec d'autres pays (Australie et Mali) a montré que toutes les composantes du socio-écosystème devaient être convoquées pour espérer changer le cours des choses (Castella et Deguine, 2006). Par ailleurs, elle m'a appris que les cadres théoriques élaborés à partir d'études de cas issues des pays industrialisés de longue date ne convenaient pas forcément pour interpréter les phénomènes observés dans les pays émergents. Les nouveaux contextes d'ouverture au marché et d'industrialisation incitent à imaginer d'autres modèles, à mobiliser de nouveaux outils conceptuels à partir des connaissances empiriques dont nous disposons et des expériences que nous pouvons réaliser. Au Vietnam, nous avons étudié une autre transition qui a profondément marqué le monde dans les années 1990. Le passage en quelques années d'une économie planifiée, mise en place au sortir de la seconde guerre mondiale par le bloc soviétique, à une économie de marché, fondée sur une petite agriculture familiale, a créé un laboratoire du changement en grandeur réelle.

Entre 1998 et 2003, j'ai animé un projet de recherche interdisciplinaire dont l'objectif était de mettre au point des outils et des méthodes capables de caractériser les phases de transition agraire. Il s'agissait aussi de montrer l'opérationnalité sur le terrain des trois grands principes méthodologiques du développement durable, à savoir : (i)

l'intégration des connaissances disciplinaires, (ii) la prise en compte d'échelles emboîtées d'espace et de temps entre dynamiques locales et transformations régionales (iii) enfin favoriser le continuum entre recherche scientifique, actions de développement et gouvernance territoriale à travers des démarches participatives. La traduction en questions scientifiques des problèmes environnementaux auxquels nous étions confrontés sur le terrain, a constitué une étape essentielle de la recherche. Si une telle posture de recherche intégrative favorise la prise en compte des préoccupations des porteurs d'enjeux dans la recherche de solutions concrètes à leurs problèmes, la généralisation des connaissances à d'autres contextes que ceux dans lesquels elles ont été acquises constitue un réel enjeu scientifique. L'objet du présent ouvrage est de proposer un cadre théorique d'analyse d'une première transition agraire, que nous avons pu étudier au contact des populations qui la vivaient, pour mieux comprendre la nouvelle transition agraire. Cette dernière est bien entamée dans les pays industrialisés, mais elle ne se déroulera pas nécessairement selon les mêmes étapes dans les pays qui ne sont pas passés par une phase ancienne d'industrialisation. Enfin, les démarches proposées pourront sans doute être mobilisées pour accompagner une troisième transition, intentionnelle cette fois, vers un développement durable.

Tout au long de l'ouvrage, je dis « nous » car je n'étais pas seul à mettre en œuvre ce projet interdisciplinaire. Ce type de démarche est impossible à mener par un chercheur isolé. Le travail a été réalisé en partenariat avec d'autres chercheurs, des agriculteurs, des décideurs, etc. J'ai conçu et coordonné ce projet qui impliquait une quinzaine de personnes. Les résultats obtenus, les voies explorées sont le fruit de nombreuses interactions, d'explorations infructueuses, de rencontres qui n'étaient pas programmées au départ. Par contre, l'interprétation que je fais ici des résultats et le cadre théorique que j'en dérive sont personnels et j'en suis seul responsable. Cet exercice de distanciation vis-à-vis d'une expérience de recherche-action singulière à plusieurs titres consiste à tirer des enseignements à portée générale à la fois du point de vue des connaissances acquises et des pratiques de recherche. L'ouvrage retrace le cheminement intellectuel et les conditions concrètes de mise en œuvre du dispositif opérationnel dans une démarche adaptative et réflexive. Les membres du projet observaient leur propre pratique de recherche et l'adaptaient chemin faisant aux obstacles scientifiques, techniques, institutionnels, etc. rencontrés. Chaque décision, option prise en cours de projet, influençait la gamme des choix à venir. A chaque étape, pour chaque problème traité, de nouvelles questions

Avant-propos

émergeaient, qui suscitaient la mise en place de méthodes originales, de dispositifs adaptés aux contextes spécifiques. Je reviens dans cet ouvrage sur l'histoire singulière du projet en tâchant de faire la part des résultats spécifiques au contexte de la recherche et ceux à portée générale qui sont transposables à d'autres lieux, à d'autres temps. Pour ce faire, je vais revisiter les réalisations du projet et expliciter les choix réalisés aux différentes étapes par rapport à des référentiels théoriques existants. Sur des objets d'interface nature - société, j'ai mobilisé des cadres théoriques relevant de différentes disciplines, notamment la géographie, l'agronomie, l'écologie, la sociologie et les sciences de gestion. Je souhaite que ces résultats empiriques puissent éclairer certains débats théoriques et controverses en cours dans les communautés scientifiques auxquelles je vais me référer.

Dans chacune des trois parties, j'explore le point de rencontre, ou plus exactement le domaine de friction, entre les composantes locales et régionales du changement. Les dynamiques agraires et environnementales sont analysées à l'interface des pratiques individuelles de gestion des ressources et des dynamiques paysagères. Dans la première partie, le territoire est présenté comme un concept intégrateur des connaissances déclinées selon des perspectives différentes et complémentaires : organisations spatiales, dynamiques de changement, et jeux d'acteurs. L'intégration d'échelles s'appuie sur un cadre théorique et méthodologique d'analyse des dynamiques d'usage des terres. Je définis dans la deuxième partie ma propre conception opérationnelle de la notion de transition agraire. Je la mobilise ensuite dans le cadre d'une démarche *hypothético-déductive* pour éclairer les résultats obtenus sur le terrain au Vietnam. Le cadre théorique proposé pourra servir de support de généralisation à d'autres contextes de transition agraire. Dans la troisième partie, je présente les outils de modélisation que nous avons mis au point pour articuler les processus locaux de changement et les moteurs régionaux des dynamiques agraires à travers une démarche *empirico-inductive*. Enfin, la combinaison des deux approches, déductive et inductive, associant conceptualisation et contextualisation, facilite la traduction des résultats de recherche en supports pour l'action.

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont accompagné mon parcours de recherche sur le terrain en Asie du Sud-Est et au camp de base montpelliérain. Malheureusement je ne peux pas tous les citer ici car ils sont trop nombreux et je suis bien incapable de dresser une liste exhaustive de toutes les contributions. Ceux qui ont eu l'occasion de se

confronter au terrain vietnamien savent à quel point l'expérience peut être à la fois enrichissante et difficile au jour le jour. Dans un contexte où la navigation à vue est la règle plutôt que l'exception je tiens tout particulièrement à remercier Dang Dinh Quang, mon homologue et ami, de m'avoir à de nombreuses reprises ouvert les yeux, guidé ; bref, aidé à éviter les nombreux écueils... De retour de ce « long voyage », j'ai trouvé une oreille attentive aux récits de mes aventures auprès de Joël Charre, Chantal Blanc-Pamard et Jean-Paul Cheylan, qui ont bien voulu me guider dans mon travail d'écriture. Je les en remercie vivement !

Introduction : agriculture–environnement, des connaissances à acquérir aux problèmes à régler

Située à l'Est de l'Inde et au Sud de la Chine, l'Asie du Sud-Est s'étend sur 4,5 millions de km² et est peuplée de plus de 500 millions d'habitants. La densité de population moyenne de 122 habitants par km² cache d'importantes disparités, non seulement entre les pays qui la composent mais aussi au sein de chacun d'eux (Figure 1). C'est le cas par exemple au Vietnam entre les deltas du fleuve Rouge et du Mékong d'un côté et les hautes terres du Nord et du Centre de l'autre.



Figure 1. Les pays d'Asie du Sud-Est
(Source : Chaire des études asiatiques, Université de Montréal).

L'Asie du Sud-Est, à la fois maritime, montagneuse et tropicale, présente une grande variété de paysages et de formes d'utilisation du sol associées à une mosaïque humaine riche et diversifiée (Antheaume et al., 1995 ; De Koninck, 2005). Les ensembles collinaires et montagneux dominent les paysages de l'Asie du Sud-Est, avec près des deux tiers de la masse continentale située à plus de 200 mètres au dessus du niveau de la mer et la moitié à plus de 500 mètres (Figure 2). Les reliefs ont joué un rôle majeur dans l'occupation humaine de la région et dans le rapport que les habitants ont établi avec le milieu physique. Alors que les basses terres, formées de vastes plaines alluviales et de deltas sont largement utilisées pour les cultures vivrières, au premier rang desquelles on trouve le riz, les régions des piedmonts sont généralement consacrées aux plantations commerciales et les plus hautes terres à des systèmes de production associés à la forêt, par ailleurs en recul rapide. L'Asie du Sud-Est bénéficie de conditions climatiques favorables à l'agriculture, caractérisée par des températures élevées et d'abondantes précipitations, avec une influence positive sur le développement d'une végétation naturelle luxuriante mais aussi des retombées catastrophiques en termes d'érosion lorsque ce couvert végétal est éliminé. En effet, les systèmes racinaires des arbres de la grande forêt ombrophile sont généralement

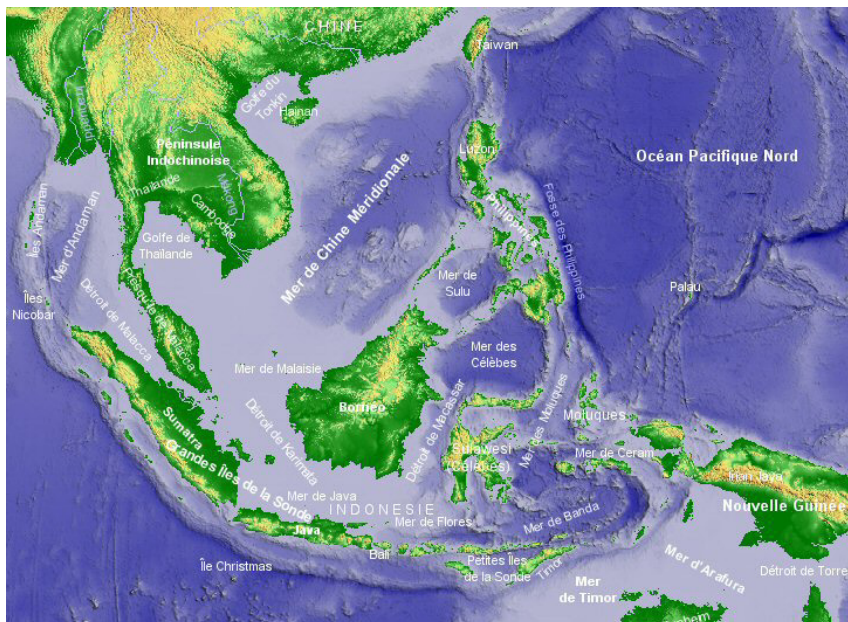


Figure 2. Reliefs de l'Asie du Sud-Est (Source : Imago Mundi).

Introduction

peu développés, ce qui rend les sols vulnérables aux fortes pluies qui emportent facilement les horizons de surface dès que le couvert forestier est éliminé. Au delà des problématiques environnementales locales et régionales liées à l'érosion des sols, le rôle de la forêt dans la séquestration du carbone est à présent reconnu comme une question à portée universelle en relation avec l'accroissement des gaz à effet de serre et le processus de réchauffement climatique. L'érosion de la biodiversité acquiert le même statut, dès lors que la biodiversité est érigée en patrimoine de l'humanité. Véritables réservoirs de biodiversité, les forêts tropicales présentent une flore et une faune d'une diversité biologique et d'une richesse exceptionnelles (Collins, 1992 ; Puig, 2001). Multiples et complexes, les relations entre les espèces végétales et animales qui les composent peuvent parfois entraîner des réactions en chaîne désastreuse lors de la disparition de l'une d'entre elles. Comme cette érosion concerne aujourd'hui surtout les pays du Sud, leur responsabilité est directement engagée, et les pays du Nord se sont attribués un droit d'ingérence écologique vis-à-vis des pays du Sud (Rossi, 2000). Les questions environnementales tendent à déborder très largement des lieux dans lesquels elles se posaient à l'origine. Le débat devient international, et des appuis financiers considérables sont consacrés aux politiques environnementales, sans que l'on soit d'ailleurs toujours très clair sur la pertinence des voies d'intervention face à des situations particulièrement complexes.

Les discours environnementalistes ont tendance à simplifier une réalité complexe pour ne retenir que les faits saillants ou les indicateurs susceptibles de marquer les esprits (Rossi, 1999). Ainsi, par exemple, les peuples de la forêt, détenteurs de savoirs uniques concernant tant l'exploitation que la protection de la biodiversité forestière sont investis d'une profonde sagesse écologique qui justifie qu'on leur délègue la gestion des ressources forestières ou sont présentés comme des prédateurs des ressources forestières qu'il faut éloigner à tout prix des zones de conservation (Levang et al., 2005). Malheureusement, ces généralisations ne permettent pas de poser en termes scientifiques les questions d'environnement formulées par les politiques et les autres composantes de la société. Il y a confusion entre le *concept d'environnement*, définie par George (1971) comme « le milieu global avec lequel les sociétés humaines se trouvent placées dans une situation de rapports dialectiques d'actions et de réactions réciproques qui mettent en jeu tous les éléments du milieu » et les *problèmes d'environnement* évoqués ci-dessus. Pour prendre la mesure de la complexité et raisonner l'action environnementale par rapport aux autres composantes du

développement (sociales, culturelles, techniques, économiques), il faut revenir à des situations concrètes et les aborder dans une perspective scientifique (Hirsch, 1987 ; Cramb, 2005). Les montagnes d'Asie du Sud-Est (ASE) et plus particulièrement du Vietnam illustreront notre propos tout au long de l'ouvrage. La grande diversité ethnique, linguistique et culturelle de ces régions, conjuguée à certaines caractéristiques géographiques, historiques et culturelles communes, fournit une trame spatiale pour des études à la fois comparatives et interdisciplinaires des dynamiques environnementales.

Expansion agricole et déforestation dans les zones de montagne d'Asie du Sud-Est

Les données statistiques de la FAO révèlent un processus de déforestation massif au cours des dernières décennies (FAO, 2005). L'ensemble du couvert forestier serait passé de plus de 65% du territoire à moins de 50% entre 1970 et 1990 (Figure 3 et Figure 4). Il convient de prendre garde aux interprétations hâtives car différents types de forêts sont concernés et l'on note des disparités importantes dans les méthodes d'observation entre pays et même entre les régions d'un même pays³. On retiendra cependant que l'Asie du Sud-Est avait un des taux de déforestation annuel parmi les plus forts au monde entre 1980 et 1990 (-1,2%), qui s'est légèrement tassé ces dernières années (-0,9%) (Tableau 1).

Tableau 1. Taux annuel de déforestation sous les tropiques, par région, 1980-2000 (Source : Rudel, 2005).

	Taux de déforestation (%) 1980-1990	Taux de déforestation (%) 1990-2000
Amérique Centrale	- 1,4	- 1,1
Amazone	- 0,7	- 0,4
Afrique de l'Ouest	- 0,8	- 1,5
Afrique Centrale	- 0,5	- 0,3
Afrique de l'Est	- 0,9	- 1,1
Asie du Sud	- 0,6	-0,1
Asie du Sud-Est	- 1,2	-0,9

³ Wunder (2003) propose une revue critique des méthodes d'enquête de la FAO sur la forêt tropicale.

Introduction

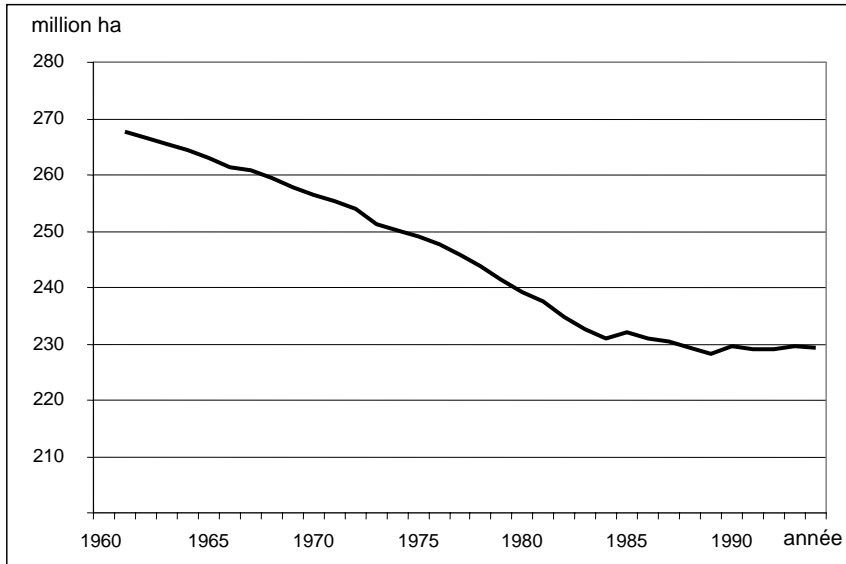


Figure 3. Evolution des couverts forestiers en Asie du Sud Est
(Source : FAO-Stat).

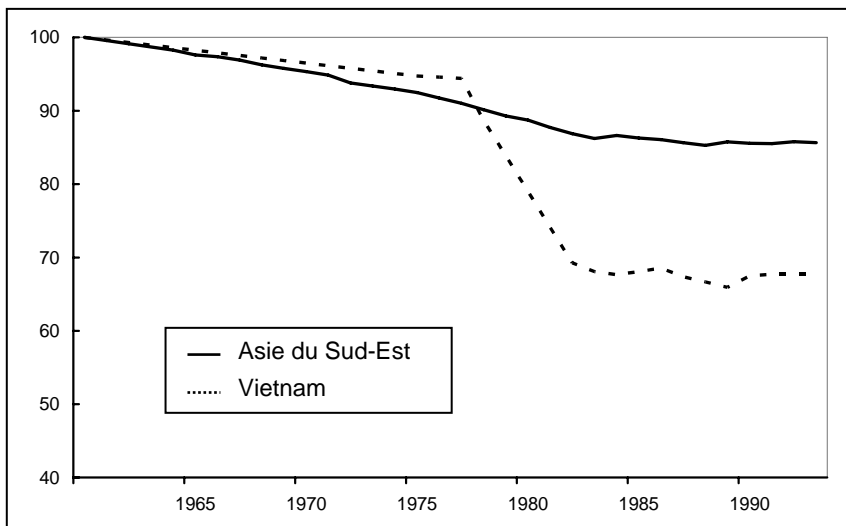


Figure 4. Evolution des couverts forestiers. Base 100 en 1961
(Source : FAO-Stat).

Les pays les plus touchés sont la Thaïlande, le Vietnam et les Philippines. Mais en termes absolus, le recul le plus spectaculaire se déroule en Indonésie. Sous tous les tropiques les causes de déforestation sont les mêmes bien que leur poids relatifs varient selon les régions du monde (Geist et Lambin, 2002 ; Rudel, 2005). Parmi elles les plus souvent citées sont l'expansion agricole, le prélèvement local pour l'approvisionnement énergétique, l'exploitation commerciale des produits forestiers et enfin l'essartage abusif (Lambin et al., 2003). Enfin, dans le cas des pays de la péninsule indochinoise, les guerres récentes et en particulier l'utilisation massive de défoliants par l'armée américaine ont ajouté à la dégradation des couverts forestiers (Westing, 1971).

L'agriculture de l'Asie du Sud-Est peut être catégorisée selon trois grands types : l'agriculture sur brûlis, la riziculture inondée et les cultures commerciales (De Koninck, 2005). La première existe depuis des millénaires dans les toutes les régions forestières tropicales. Elle couvre une grande diversité de pratiques culturelles (Ducourtieux, 2006) et elle est associée à de multiples appellations selon les auteurs : *abattis-brûlis*, *culture sur brûlis*, *essartage* (Barrau, 1972), *agriculture nomade* (FAO, 1957) ou *itinérante* (Lanly, 1985). En anglais, trois expressions dominent : *shifting cultivation* (Watters 1960 ; Conklin, 1961 ; Spencer 1966 ; Fox et al., 2000), *swidden cultivation* (Conklin 1954) et *slash-and-burn agriculture* (Kleinman et al. 1995, Brady 1996 ; Fujisaka et al., 1996). Toutes ces terminologies renvoient *a minima* à l'alternance d'une phase limitée de culture sur des espaces dégagés sur la forêt avec une phase plus longue de développement d'une végétation spontanée. Cette forme d'agriculture, caractéristique des zones forestières tropicales, ne permet pas de générer des surplus importants et demeure par conséquent associée à de faibles densités de population⁴. En effet, pour de faibles densités de population cette pratique n'entraîne pas de déforestation puisque la durée de culture est très courte (2 ou 3 ans) et la jachère longue (15 à 20 ans). La productivité du travail est élevée mais celle de la terre est faible car l'on doit prendre en compte l'ensemble des surfaces (cultures + jachères) qui permettent au système de culture sur brûlis de se reproduire (Jouve, 2004). L'agriculture sur brûlis consiste finalement à maximiser la productivité de la main d'œuvre dans un contexte de relative abondance des ressources en terre. Le milieu n'est pas aménagé définitivement mais utilisé temporairement avant d'être

⁴ Mazoyer et Roudart (1997) estiment que l'abattis-brûlis permet de nourrir un maximum de 10 à 35 habitants au km² selon que la durée de la friche diminue de 50 à 10 ans et en évaluant les besoins annuels de base à 200 kg de grain par personne.

Introduction

rendu au recrû forestier. Les systèmes de culture sur brûlis requièrent le plus souvent une certaine mobilité de la part des sociétés qui les pratiquent, bien que la rotation ou le déplacement des champs n'implique pas toujours le déplacement de l'habitat. Souvent associée à d'autres formes d'exploitation de la forêt (chasse, cueillette), l'agriculture itinérante, d'abord orientée vers la production vivrière, était et demeure pratiquée essentiellement par des représentants des groupes ethniques minoritaires tels que les H'Mong, Yao ou Dao des montagnes d'ASE continentale ou les Dayak de Bornéo.

Le processus historique de colonisation agricole des espaces forestiers en Asie du Sud-Est renvoie par ailleurs à un autre modèle sociotechnique de production agricole, caractérisé par l'aménagement des bas-fonds et la maîtrise de l'eau pour la pratique d'une riziculture intensive. La riziculture irriguée repose sur un système fortement hiérarchisé de contrôle de la main d'œuvre et de la terre qui s'oppose au mode de gestion de l'espace plus individualiste des essarteurs⁵. Elle est indissociable des sociétés féodales comme les Javanais et les Balinais en Indonésie, les Kinh dans les deltas du Vietnam ou les Tay/Thai dans les montagnes du Sud-Est asiatique. La transformation de l'espace s'effectue de proche en proche par l'essaimage de la population sur de nouveaux bas-fonds aménageables, lorsque les précédents sont saturés. Bien avant l'époque coloniale la progression de cette forme de riziculture a été associée à celle des peuples dominants, dont ceux transformé en greniers à riz les grandes plaines alluviales et deltaïques de la péninsule (Irrawaddy, Chao Phraya, Fleuve Rouge et Mékong). A l'origine, les surplus de riz permettait d'entretenir des castes d'artisans, de nobles et de religieux qui ont progressivement structuré les civilisations rizicoles (Geertz, 1954 ; Hanks, 1972 ; Conklin, 1980 ; Gourou, 1984 ; Diamond, 1997). Avec le développement du commerce ces surplus pouvaient être redistribués ou échangés à l'intérieur même de la région ou exportés hors du Sud-Est asiatique. Car, à la même époque d'autres zones tout aussi étendues étaient défrichées pour le développement de cultures dites commerciales, telles que caféiers, hévéas, palmiers à huile, etc., et il fallait nourrir la main-d'oeuvre désormais spécialisée dans ces productions non vivrières. Le développement des cultures de rente avait suivi la prise de contrôle par les puissances coloniales des réseaux commerciaux dans la région, destinés à générer et à exporter de nouveaux surplus d'origine agricole.

⁵ Au départ, ce sont probablement les choix techniques qui ont été à l'origine des règles sociales. Mais ultérieurement, ce sont bien les acquis sociétaux qui apparaissent déterminants dans la permanence du modèle technique.

Outre le sud de la péninsule indochinoise, les îles de Java puis de Sumatra firent l'objet d'un développement massif des cultures commerciales. Les surfaces consacrées à la riziculture étaient plus importantes dans la péninsule alors que celles consacrées aux cultures de plantation l'étaient dans l'archipel. Tout au long du 20^{ème} siècle, leur expansion s'est poursuivie au détriment des aires forestières habitées par des populations pratiquant l'agriculture sur brûlis. Le dynamisme démographique des sociétés les plus hiérarchisées et organisées a conduit à la saturation de l'espace. Dès le début du 20^e siècle, des programmes gouvernementaux comme la transmigration en Indonésie ont organisé la colonisation agricole des espaces forestiers de Sumatra et de Bornéo par des migrants javanais. En Asie du Sud-Est continentale, la continuelle expansion des sociétés hydrauliques les a amenées « au contact » des riziculteurs sur brûlis.

Depuis les années 1950, l'expansion des superficies agricoles, associée aux programmes officiels de relocalisation des populations et de colonisation des marges, a été un élément moteur de la redistribution de la population en Asie du Sud-Est (De Koninck et al, 2003). Les mouvements migratoires liés à l'expansion des fronts pionniers ont permis de maintenir, voire d'accroître les excédents de production, faisant de la région une source majeure d'exportations agricoles destinées au marché mondial. Partout la dynamique d'expansion agricole a recomposé les territoires. La croissance phénoménale du secteur agricole a fait oublier pour un temps l'écart de développement qui se creusait entre les régions centrales et les régions marginales de montagne. Profitant de la vaste étendue de forêt naturelle encore disponible, l'expansion territoriale a repoussé pour un temps le « spectre malthusien » d'une péjoration des conditions de vie liée à la croissance démographique. De manière toute aussi importante, la révolution verte a contribué à l'essor de l'agriculture du Sud-Est asiatique. Alors que les rendements en riz avaient très peu évolué jusqu'aux années 1950, le taux de croissance de la production a ensuite dépassé celui de la croissance démographique, dans presque tous les pays de la région. L'Institut international de recherche sur le riz, créé aux Philippines en 1959, a mis à la disposition des paysans des variétés à fort potentiel de rendement, capables de valoriser de fortes doses d'engrais chimiques. L'utilisation combinée de semences améliorées, d'engrais et de pesticides d'origine industrielle a entraîné une croissance régulière des niveaux de production. L'adoption de ces variétés non photopériodiques de cycle court a permis à son tour, grâce aux aménagements hydrauliques nécessaires à l'irrigation, de généraliser la pratique de la

Introduction

double récolte annuelle (Trébuil et Hossain, 2004). À cela il faut ajouter des politiques publiques volontaristes (infrastructures de transport, de stockage et de commercialisation), des incitations économiques en faveur de la production agricole (facilitation de l'accès aux intrants, prix des intrants et de l'eau subventionnés, mise en place de crédits décentralisés, régulation des prix des produits agricoles et des marchés, protection des marchés), et des investissements humains et financiers dans le domaine de la recherche, de la vulgarisation et de la formation. L'ensemble de ces mesures a eu pour effet d'atténuer les risques économiques pour les producteurs liés à l'adoption des nouvelles techniques. Grâce à la révolution verte, de nombreux cultivateurs d'Asie et de certains autres pays en développement ont connu une forte progression de leurs rendements et revenus malgré la baisse continue du prix réel des céréales sur les marchés. La productivité du riz, tout comme celle du maïs, a doublé ou triplé suivant les zones entre les années 60 et les années 90. La production rizicole est passée de 260 à plus de 600 millions de tonnes en 4 décennies. La baisse du prix du riz a profité en premier lieu aux populations les plus pauvres qui consacrent une part plus importante de leur revenu à l'achat de nourriture, tant en milieu urbain qu'en milieu rural. L'accroissement des revenus des populations rurales a engendré une hausse de la demande de biens de consommation, ce qui a contribué au développement de l'ensemble de l'économie. La réduction du prix du riz a également permis de nourrir les populations urbaines à des coûts moindres et donc de disposer d'une main d'oeuvre bon marché, assurant une plus grande compétitivité des produits industriels. Ainsi, l'impact de la révolution verte a dépassé le secteur agricole, pour constituer l'un des moteurs de la croissance économique du Sud-Est asiatique.

L'essor de l'agriculture résultant de la convergence entre intensification agricole et expansion territoriale est à la source des grandes transformations industrielles de la fin du 20^{ème} siècle et de l'émergence des « tigres asiatiques » (Trébuil, 1993 ; Taillard, 1995). Le processus d'industrialisation a eu en retour un impact majeur sur les dynamiques agraires en alimentant l'exode rural, en réduisant la pression foncière dans les campagnes, et en conditionnant plus encore la production agricole aux besoins des populations urbaines. Les agriculteurs se sont adaptés à l'évolution de leur contexte de production par l'adoption de techniques d'intensification dans les zones agricoles les plus favorables (passage du repiquage au semis direct, mécanisation, etc.) et grâce au développement rapide de la pluriactivité liée à la sphère urbaine. Finalement, les succès de l'agriculture apparaissent intimement liés à

ceux de la réduction de la pauvreté. Il semble que le problème du taux d'accroissement de la population supérieur à celui de la production agricole, qui avait été perçu comme un handicap important au développement (Dumont, 1935; Gourou, 1936), ait été globalement résolu. Ces processus d'intensification de la production agricole s'inscrivaient dans une logique techniciste et prescriptive du développement agricole. Aussi impressionnants que soient les résultats obtenus ils n'ont concerné que des zones géographiquement limitées, qui étaient favorables aux modèles techniques proposés. Les zones de montagne sont restées en marge de la révolution verte et le processus de modernisation de l'agriculture a finalement donné naissance à une nouvelle forme de pauvreté (Rigg, 2006). L'augmentation des écarts de développement entre les centres de production et les périphéries a conduit des pays en plein boom économique à replacer la lutte contre pauvreté au cœur de leur politique de développement.

En effet, dans les zones de montagne, l'expansion agricole des agricultures intensives conjuguée à la croissance démographique a eu pour effet d'accroître la pression foncière sur les pentes. Les périodes de jachère ont diminué (passage de 20 ou 30 ans à 5 ou 10 ans) alors que les cycles de culture s'allongeaient (passage de 1 ou 2 ans à 7 ou 8 ans), poussant les systèmes d'abattis-brûlis jusqu'aux limites de leur viabilité. En effet, la productivité du travail diminue du fait des temps de sarclages des mauvaises herbes qui augmentent à mesure que le temps de jachère diminue et la fertilité des sols décroît jusqu'à atteindre un seuil écologique au-delà duquel il n'y a plus régénération forestière mais savanisation de l'écosystème (recru herbeux et non plus arboré). En principe, le maintien de la fertilité des sols passe alors par des apports d'engrais organiques, grâce à l'association agriculture-élevage, ou des engrais chimiques. Les mauvaises herbes sont contrôlées par le labour. Il s'agit là d'une rupture technologique de même nature que celle qui a accompagné la révolution verte, ou plus largement de ce que Mazoyer et Roudart (1997) appellent une révolution agraire, c'est-à-dire le passage d'un système agraire à un autre. Cependant, sur les terres de pentes cette transition n'a pas vraiment eu lieu et l'on assiste à l'émergence de différentes alternatives à la riziculture sur brûlis. Les agriculteurs H'Mong, par exemple, labourent les terres de pente pour prolonger le cycle de culture. Après une vingtaine d'année sans jachère et sans apport d'engrais les sols très dégradés doivent être abandonnés et le village déplacé. Ces populations sont alors à la recherche de nouvelles zones favorables à leurs pratiques traditionnelles. Mais dans un contexte de privatisation de l'accès à la terre suite à l'allocation des terres de

Introduction

Sur ces pentes ces anciens nomades tendent soit à s'installer dans des zones aux règles foncières floues : terres collectives ou réserves naturelles, avec tous les problèmes légaux que cela engendre (Zingerli et al., 2002), soit à migrer vers d'autres provinces ou pays. Une alternative à la migration consiste à changer de pratiques culturales. La riziculture peut être envisagée sur des terrasses aménagées à grand renfort de main d'œuvre familiale grâce à la sécurisation foncière. Mais ce processus d'intensification par le travail est limité par la disponibilité en eau. Les travaux de terrassement doivent généralement être associés au captage d'une source pour pouvoir maintenir une lame d'eau dans la rizière. La plupart des terres qui pouvaient être aménagées en rizières de cette manière le sont déjà. En l'absence d'eau le rapport économique des autres cultures possibles (maïs, manioc) ne justifie que rarement l'investissement initial en main d'œuvre. Une option technique en cours d'évaluation serait une nouvelle variété de riz, dit « aérobie », qui permettrait une culture en terrasses sèches (Bouman et al., 2002). La contrainte actuelle est une chute rapide de rendements lorsque le riz reste de longues périodes en situation aérobie, sans doute en raison d'attaques de nématodes. Lorsque cet obstacle technique sera levé par la recherche on peut imaginer une extension rapide des surfaces rizicoles en terrasses sèches. En l'absence de terrasses, le maintien d'une agriculture sur pentes passe par la diversification de la production vivrière vers des cultures moins contraignantes que le riz pluvial, comme par exemple le maïs, le manioc ou la pomme de terre qui peuvent être cultivés avec des temps de jachère plus courts. Mais les habitudes alimentaires doivent alors aussi évoluer en conséquence, ce qui est encore loin d'être acquis pour ces civilisations du riz. Enfin, plus récemment, l'accès au marché a rendu possible le passage d'une agriculture de subsistance à une agriculture commerciale. La gamme des productions s'est considérablement élargie, entre cultures annuelles intensives, élevage et plantations pérennes. A l'aube du 21^{ème} siècle, des ethnies minoritaires des montagnes s'engagent dans le vivrier marchand et vont même jusqu'à produire des fleurs coupées sous serre (au nord de la Thaïlande), qui sont exportées partout dans le monde.

Au-delà des nombreuses spécificités locales, ce modèle historique d'évolution des agricultures asiatiques fait clairement apparaître un système dual intensif - extensif, entre maîtrise sociale des paramètres de production - l'eau d'irrigation pour la riziculture de bas-fonds - et adaptation à un milieu naturel extrêmement hétérogène par la pratique de l'essartage sur les pentes. En terme de manipulation de l'écosystème, on observe un continuum de situations agricoles allant de la cueillette à

la culture sous serre et hors-sol qui consiste à maîtriser progressivement un nombre croissant de paramètres du milieu. Deux extrêmes s'opposent le long d'un gradient d'intensification qui permet l'obtention de niveaux de rendement à la fois plus élevés et plus stables (Ruthenberg, 1971). D'un côté, on observe des modes de mise en valeur agricole qui reposent sur une forte *adaptation* aux conditions de milieu, et qui sont très dépendants de leurs fluctuations. Ils supposent un *savoir écologique* approfondi (connaissance des atouts et des contraintes du milieu), ne requièrent pas de lourds moyens techniques et sont caractérisés par un faible coût de mise en œuvre des techniques (peu de travail à l'unité de surface, quantités limitées d'intrants). Ils reposent sur l'accès à un espace peu limitant. De l'autre, des systèmes privilégiant l'*artificialisation*, fondés sur un *savoir technologique* élaboré, exigeant des moyens techniques et/ou en travail. Le risque tend à se déplacer du domaine écologique au domaine économique, en raison des coûts élevés qui affectent le processus de production. Tout système combine bien entendu des critères d'adaptation et des critères d'artificialisation et il serait simpliste de vouloir classer tous les systèmes agricoles sur un tel gradient. Certains modes de mise en valeur très extensifs font appel à des moyens techniques sophistiqués ; et inversement, une transformation profonde de l'écosystème peut résulter de manipulations essentiellement biologiques et créer une diversité du même ordre que celle du milieu non aménagé. Il n'en demeure pas moins que les transformations de l'agriculture au cours de la seconde moitié du 20^{ème} siècle ont conduit à une différenciation rapide des modes de production entre des zones de production intensive et d'autres régions qui se sont progressivement marginalisées. Cette dualité entre intensif – extensif, artificialisation – adaptation, se décline aux échelles régionales, entre les zones de delta et plaines irriguées des pays d'Asie du Sud-Est et les reliefs qui les entourent (Bruneau et Marcotte, 1991 ; Antheaume et al., 1995 ; Grainger et al., 2003 ; De Koninck, 2005), et aux échelles locales, dans les zones marginales de montagne, entre les fonds de vallées et les versants forestiers.

Les problèmes environnementaux, perceptibles à toutes les échelles d'observation, peuvent être considérés comme l'un des revers du modèle de développement agricole rapide fondé sur la combinaison « expansion territoriale - intensification de la production ». L'une des conséquences de ces processus différenciés est l'émergence de problèmes d'environnement spécifiques à chacun d'eux. Ainsi, dans les régions d'agriculture intensive, les problèmes d'environnement sont souvent liés à la concentration des activités agricoles, par exemple : (i)

Introduction

accroissement du ruissellement et du régime hydrique des cours d'eau et des bassins versants liés à l'ouverture des paysages et la disparition des haies, (ii) érosion de la biodiversité en relation avec l'homogénéisation des milieux cultivés, (iii) pollution par les engrais minéraux, les effluents d'élevage, ou les pesticides ; (iv) problèmes de qualité des produits en relation avec l'évolution rapide des cadres économiques et institutionnels de la production agricole. Alors que le cahier des charges de l'agriculture se complexifie, les questions d'environnement contribuent à réorienter les recherches vers d'autres objectifs que la seule production et à modifier les échelles d'étude. Dans les zones considérées comme marginales par contraste avec les précédentes, l'environnement est aussi une question centrale. Les problèmes sont posés en termes écologiques de déforestation, d'érosion des sols, de savanisation, d'accès à l'eau, de conservation in situ des ressources génétiques, etc. On estime que la pauvreté conduit les paysans à accorder une priorité absolue à la résolution de leurs problèmes immédiats, en adoptant des pratiques prédatrices vis-à-vis de l'environnement, mettant en péril le renouvellement des ressources naturelles. Les agriculteurs les plus pauvres seraient par ailleurs contraints d'exploiter des milieux marginaux, fragiles et peu productifs. L'expansion agricole amplifierait et accélérerait les phénomènes de dégradation (Tomich et al., 2004a ; 2004b). La colonisation rapide des terres de pentes met en péril les systèmes traditionnels d'abattis-brûlis et présente des risques environnementaux considérables liés à la contraction de l'écosystème forestier (De Koninck, 1994 ; 1998 ; Fox, 2000 ; Fox et Vogler, 2005). Si l'augmentation de la productivité des terres irriguées a sans doute permis de limiter l'extension des superficies cultivées sur des terres marginales de montagne, le processus de déforestation associé à l'expansion agricole est souvent imputé aux populations des hautes terres, qui sont parmi les plus pauvres d'Asie du Sud-Est. Bien que la relation entre pauvreté et dégradation de l'environnement relève souvent plus de la rhétorique conservacionniste que de la réalité du terrain, il est essentiel de mieux comprendre les moteurs des dynamiques environnementales dans les zones marginales de montagne pour apporter des solutions aux problèmes environnementaux issus du modèle de développement agricole qui a prévalu en Asie du Sud-Est (Dasgupta et al., 2005).

Les temps de l'environnement

L'arrivée de la protection de l'environnement et la préservation des derniers grands massifs forestiers sur le devant de la scène politique a d'abord été le fait du monde de la recherche avant d'être reprise par les nombreuses organisations internationales puis de s'amplifier en réponse à la demande sociétale. Blanc-Pamard et Boutrais (2002) distinguent trois « temps de l'environnement ». D'abord une période où les questions d'environnement n'étaient pas prises en compte dans les logiques productivistes de croissance agricole que nous avons évoquées ci-dessus. Puis, dans les années 1980, le constat que les problèmes d'environnement (pollutions, déforestation, érosion, etc.) risquaient de remettre en cause les acquis de la période précédente en termes de diminution de la productivité de la terre et du travail, a poussé les chercheurs à intégrer ces nouvelles contraintes dans leurs travaux. On est alors entré dans la logique d'un environnement à réparer par des thérapeutes spécialisés. Les populations locales, notamment celles pratiquant l'agriculture sur brûlis, était accusées de détruire leur propre environnement et les experts proposaient des solutions de sauvetage. Enfin, la troisième période a réhabilité les savoirs de paysans que l'on cherche à responsabiliser, à impliquer localement dans le traitement concerté de questions environnementales intégrées à présent dans une logique de développement durable.

Le Vietnam illustre bien ces trois temps de l'environnement. Au nord du pays, la réorganisation de l'activité agricole au sein de coopératives de production et les politiques de sédentarisation des populations nomades ont transformé les relations traditionnelles entre riziculteurs et essarteurs traditionnels à la fin des années 1950. Les villages des groupes ethniques qui exploitaient traditionnellement les pentes en abattis-brûlis ont été déplacés près des bas-fonds rizicoles et les différents groupes ont été rassemblés au sein de coopératives communales. Pendant la période collectiviste, l'exploitation des bas-fonds s'est intensifiée grâce à l'introduction des innovations de la révolution verte, alors que la pratique de l'abattis-brûlis était officiellement interdite car elle était considérée par le pouvoir issu de l'ethnie dominante Kinh⁶ comme arriérée et déprédatrice des ressources forestières (Dang, 1991). Cette logique dominante ignorait que l'abattis-brûlis était tout à fait durable sous certaines conditions, notamment une faible pression démographique (Mazoyer et Roudart, 1997 ; Ducourtieux, 2006). La

⁶ Les vietnamiens des deltas qui pratiquaient la riziculture irriguée.

Introduction

sédentarisation des « populations nomades » était perçue comme une condition nécessaire au développement de techniques agricoles plus durables et à une utilisation « rationnelle » des ressources. Mais on peut se demander à la suite de certains auteurs (Swartzendruber, 1994) dans quelle mesure l'incrimination de l'agriculture sur abattis-brûlis ne permettait pas de passer sous silence d'autres facteurs de déforestation tel que l'exploitation du bois d'œuvre par les entreprises d'Etat. Jusqu'à la fin des années 1980 la production agricole ne concernait officiellement que les terres de bas-fond gérées par des coopératives dans le but de valoriser leur fort potentiel de production. Cette politique s'est traduite par une relative régénération forestière (Sadoulet et al., 2001). Or, comme la population croissait, la production agricole par habitant devenait insuffisante malgré les progrès techniques qui avaient été réalisés dans un premier temps. Les ressources naturelles étaient préservées mais la situation alimentaire de la population était dramatique. Les surfaces de forêts n'étaient pas intégrées dans les politiques agricoles malgré l'emprise croissante des cultures sur les pentes. En effet, face aux dysfonctionnements du système collectiviste et à la pénurie alimentaire, la population n'avait d'autre solution que de cultiver les terres qui étaient réservées jusqu'alors à l'exploitation forestière. Les questions environnementales ne se posaient même pas à une population au bord de la famine et les coopératives n'avaient ni le mandat ni les moyens d'intervenir pour protéger les ressources forestières (Boissau et al., 2003a). La crise du système coopératif a abouti à son démantèlement progressif par l'application de trois réformes successives en l'espace de huit ans. Entre 1982 et 1990, on a assisté à une exploitation minière des ressources forestières dans une « course aux brûlis ». Le phénomène de déforestation massif qui a accompagné ces dynamiques agraires (perte de 50% du couvert forestier de la province de Bac Kan ; Castella et Dang, 2002) peut être expliqué par (i) l'état de famine de la population, (ii) la meilleure productivité des terres de pentes par rapport aux bas-fonds mal gérés par des coopératives à l'abandon, (iii) des stratégies d'appropriation foncière des terres de pentes. En quelques années la crise agri-environnementale prit une telle ampleur qu'en 1986, le 6ème Congrès du Parti Communiste Vietnamien entrepris une série de réformes économiques, le « *Doi moi* », ou Renouveau, qui engageait le pays dans un processus d'ouverture au marché et de décollectivisation de l'agriculture (Castella et Dang, 2002). A partir de 1990, la sécurité foncière retrouvée par le groupe ethnique Tay sur les rizières a favorisé d'une part l'investissement en main d'œuvre et une augmentation rapide de la production et d'autre part les investissements à moyen et long terme sur

les pentes avec le démarrage de systèmes agro-forestiers. Par contre, le retour des Tay sur les terres de leurs ancêtres a privé les autres groupes ethniques des rizières qu'ils avaient cultivées collectivement pendant plus de 20 ans. Ces derniers sont retournés à des systèmes d'abattis-brûlis qui n'étaient plus viables dans les conditions de pression démographique et de dégradation des ressources forestières qui prévalaient à l'époque (Sadoulet et al., 2001). A partir de 1993, l'allocation des terres de pentes, assortie d'une interdiction de défricher, a coupé court à ce nouveau mouvement de déforestation mais a confiné les « essarteurs » sur le territoire limité de leur village dans lequel leurs systèmes de culture s'asphyxient (Boissau et al., 2003b). Ils se retrouvent aujourd'hui dans une situation d'extrême pauvreté alors que les conditions, tant agro-écologique que socio-économique, des villages Tay se sont nettement améliorées au cours de la décennie 1990. Contrairement au discours dominant simplificateur qui consiste à faire porter la responsabilité de la dégradation du couvert forestier aux minorités ethniques qui pratiquent traditionnellement l'abattis-brûlis, nous avons montré que la déforestation massive des années 1980 était le fait de l'ensemble des populations de ces régions de montagne (Castella et al., 2004b).

Avec le démantèlement des coopératives et la distribution des moyens de production aux familles paysannes les relations entre la recherche et le monde agricole se sont complètement transformées. Les instituts du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural n'ont plus eu affaire à un nombre limité de directeurs de coopératives, formés dans les mêmes écoles qu'eux, et qui pouvaient relayer les messages techniques aux différentes brigades spécialisées. Leurs interlocuteurs traditionnels avaient disparu. Le système de vulgarisation créé en 1993 mettait du temps à se mettre en place et manquait de connaissances sur les situations locales. De leur côté, les agriculteurs reprenaient à nouveau en charge individuellement l'ensemble du processus de production et ils étaient eux aussi en phase d'apprentissage en l'absence de leurs repères traditionnels. Certains d'entre eux s'engageaient dans des logiques de production à très court terme qui risquaient d'hypothéquer les capacités productives du milieu à long terme. La recherche était sommée de trouver des solutions rapides à des problèmes auxquels elle n'avait jamais été confrontée. Elle s'est limitée à la mise au point de paquets techniques, qui étaient d'abord testés en station expérimentale avant d'être installés dans les communes, bien en vue, au bord des routes. Les agriculteurs étaient censés copier ces modèles de démonstration sur leurs propres parcelles selon un processus de diffusion de l'innovation

Introduction

qui relevait du transfert de technologie (Peters, 2001). Mais encore récemment le système de recherche agronomique vietnamien plaçait les zones de bas-fonds et de fonds de vallées au cœur du développement agricole (Kerkvliet et Porter, 1995). Les zones de pentes étaient considérées comme marginales en terme de production vivrière et l'accent était mis sur leur vocation forestière. Au moment où dans les zones de montagne les préoccupations environnementales passaient au premier plan alors que les problèmes de sécurité alimentaire n'étaient pas encore résolus, il était impossible d'ignorer les cultures de pentes, souvent présentées comme les principales responsables de la déforestation et de l'augmentation des risques d'érosion et d'inondations (Dao The Tuan, 2000). L'ouverture économique et politique du pays a favorisé la mise en place de programmes d'aide internationale qui arrivaient avec leurs propres paquets techniques, souvent développés dans d'autres contextes : haies antiérosives, variétés et races améliorées pour intensifier les cultures et l'élevage, plantation d'arbres fruitiers, etc. Les innovations environnementales (haies, bandes enherbées, etc.), diffusées à grands renforts de subventions ont souvent été adoptées temporairement par les agriculteurs peu convaincus de leur intérêt puis généralement abandonnées à la fin des projets (Peters, 2001 ; Quaghebeur et al., 2004). Ces actions locales ont été rapidement relayées par des programmes de plus grande envergure aux échelles régionales et nationales. Ainsi, la loi foncière de 1993, qui encadrait la distribution individuelle des terres de pentes, était assortie d'un zonage systématique des villages en terres agricoles (les bas-fonds et les bas de pentes) et terres dites à vocation forestières, qu'elles soient ou non couvertes de forêts. Trois classes d'usage ont été définies pour les terres forestières distribuées :

« - *La forêt de protection est destinée à la protection du couvert végétal afin principalement de préserver les sources d'eau, prévenir l'érosion, limiter les risques naturels et climatiques, contribuer à la protection de l'environnement.*

- *La forêt d'usage spécial est principalement destinée à la conservation de la nature, des espèces représentatives du système écologique de forêt, des ressources génétiques végétales et animales; aux recherches scientifiques; à la protection des vestiges historico-culturels et des sites touristiques.*

- *La forêt de production est principalement utilisée pour la production, le commerce du bois, d'autres produits forestiers, des produits spéciaux, de la faune forestière et en association avec d'autres types de forêts pour la protection de l'environnement.* » (Arrêté 02-CP du 15 janvier 1995).

Dans chaque district, le comité populaire a établi un plan d'allocation des terres, en particulier les surfaces de chaque catégorie de forêt devant être distribuées. Le service forestier a ensuite organisé des réunions au niveau des communes afin d'informer les chefs de village et les représentants des associations de la mise en place de la nouvelle politique de protection forestière. La pratique de l'abattis-brûlis a été à nouveau officiellement bannie. La distribution des terres de pente aux foyers était associée à la signature d'un engagement individuel pour la protection des ressources forestières selon une politique de protection énoncée en 1991 dans le code de protection et de développement de la forêt. A la même période, une politique active de conservation plaçait de vastes zones en réserves naturelles dans le cadre d'un projet de doublement des surfaces protégées pour passer à 2,2 million d'hectares, soit 6% de la surface du pays (ADB, 2000 ; Zingerli et al., 2002). Des programmes de replantation forestière se succédaient grâce à l'aide des bailleurs de fonds internationaux. En 1993, le programme « Reverdir les versants dégradés » (Re-greening the Barren Hills Program - 327) était lancé par le gouvernement. Des incitations à la protection des forêts accompagnaient ainsi le processus d'allocation des terres. Les agriculteurs recevaient 50.000 Dongs (soit 2,5 euros de 2006) par hectare de forêt protégée, une somme ridiculement faible au regard du revenu potentiel lié à l'exploitation du bois. Cependant le contrôle social fonctionnait assez bien au sein des villages. Les conflits concernaient le plus souvent des dégradations perpétrées par les villages voisins sur des frontières non officielles entre villages, qui avaient été créées de fait par l'allocation des terres de pentes. A la fin 1997, les résultats obtenus n'étaient pas à la hauteur de l'investissement (137 millions de dollars US) en raison des lenteurs bureaucratiques, changements incessants d'objectifs et de mécanismes, faible prise en compte des spécificités locales et implications limitées des acteurs (ADB, 2000). En 1998, le programme « 5 millions d'hectares » prenait le relais du précédent avec un budget de 2,5 milliards de dollars jusqu'en 2010 dont 43 pourcent destinés à la reforestation. Les agriculteurs ont été incités à replanter de la « forêt » mono-spécifique d'espèces à croissance rapide (pin, acacia, etc.) sur les terres qui leur ont été allouées. Pendant les trois premières années ils recevaient une compensation sous forme d'argent ou de riz du Programme Alimentaire Mondial en fonction du taux de survie des jeunes plants. Pendant les années 1990, les agriculteurs ont largement subi les politiques environnementales qui se sont succédé. Malgré les tentatives de responsabilisation inscrites dans la loi foncière, leur rôle était le plus souvent limité à appliquer des directives du pouvoir central, relayées par les services forestiers. Les problèmes étaient traités de

Introduction

manière sectorielle au fur et à mesure de leur apparition. Chaque « solution » apportée déplaçait les problèmes : d'abord du champ de la production agricole vers l'environnement, puis vers la pauvreté.

Le troisième « temps de l'environnement » a débuté fin 1995 avec la fusion de plusieurs ministères sectoriels : forêts, ressources en eau, agriculture et industries alimentaires en un grand Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MADR). Ce nouveau dispositif permettait théoriquement de mieux prendre en compte les interactions entre ces différents secteurs, y compris la gestion des parcs naturels et zones protégées, dans une approche intégrée du développement. Les principaux acteurs institutionnels de l'aide au développement⁷ ont largement influencé les réformes engagées au niveau du MADR (Le Van Minh, 2001). Ils étaient porteurs des discours internationaux sur le développement durable qui s'étaient progressivement imposés à l'échelle mondiale suite au Sommet de Rio en 1992. Pour bénéficier des aides extérieures, la politique nationale devait évoluer vers la recherche d'un compromis entre éradication de la pauvreté et préservation de l'environnement. En terme de moyens, la réhabilitation des savoirs locaux devait passer par le développement d'approches participatives et la meilleure prise en compte des situations locales devait découler d'un processus de décentralisation (Decree 29/1998/ND-CP on Grassroots Democracy). Ainsi, la Directive No. 33/2004/CT-TTg du Premier Ministre définit les conditions d'élaboration du prochain plan quinquennal de développement socio-économique 2006-2010 comme un processus ascendant et décentralisé. Si la volonté existe au plus haut de l'Etat, les mécanismes de mise en œuvre de telles procédures font encore défaut. Après tant d'années de planification centralisée un changement aussi drastique suppose une réforme en profondeur de l'administration, ce qui nécessite beaucoup de temps, de moyens financiers et d'efforts de formation. Une étape de cette rénovation a consisté, fin 2002, à diviser le Ministère de la Science, Technologie et de l'Environnement en un Ministère des Sciences et des Technologies et un Ministère des Ressources Naturelles et de l'Environnement⁸. Ce changement de nom marque clairement le passage d'une logique de prise en charge des questions environnementales par la technique et les sciences naturelles à une

⁷ Banque Mondiale, Banque Asiatique de Développement, PNUD, Union Européenne et agences de coopération suédoises, canadiennes et japonaises.

⁸ La Thaïlande procédait à la même réforme au même moment, ce qui tendrait à confirmer que les moteurs de ces réformes institutionnelles sont à rechercher au niveau international (Khee-Jin Tan, 2004)

stratégie fondée sur l'aménagement du territoire, la décentralisation et la démocratie locale (Khee-Jin Tan, 2004). Ce nouveau ministère est censé développer d'étroites collaborations avec les services du MADR aussi bien horizontalement, entre services sectoriels à un niveau donné de la hiérarchie, que verticalement, entre les ministères nationaux, les départements provinciaux et les bureaux de district. Enfin, en 2005, la réforme institutionnelle la plus récente a réorganisé les instituts de recherche du MADR en une Académie des Sciences Agronomiques sur le modèle chinois d'intégration interdisciplinaire des organismes de recherche.

Parallèlement, sous l'influence des nombreuses organisations non-gouvernementales (ONG⁹) et instituts de recherche étrangers qui interviennent au Vietnam, un grand nombre de projets ont été mis en œuvre sur le terrain en collaboration avec les populations locales et les organismes de recherche - développement vietnamiens. Ils reprennent les discours et les méthodes participatives développés depuis le début des années 1990. Cependant, force est de constater qu'il ont du mal à généraliser à de vastes ensembles géographiques les succès obtenus au niveau local (Kinh et al., 1998). Les difficultés rencontrées sont d'ordre méthodologique, notamment la prise en compte de l'hétérogénéité des milieux biophysiques et humains (Castella et al., 1999a). Elles ont aussi des origines institutionnelles liée d'une part à la politique des autorités provinciales qui cherchent à répartir les projets sur leur territoire de manière à faire bénéficier un maximum de communes, d'autre part à la politique des bailleurs de fonds qui cherchent à intervenir là où les autres ne travaillent pas ou sur des thèmes différents. Ces logiques contribuent à la dilution des efforts de recherche. En conséquence, les synergies entre projets sont souvent inexistantes du fait de leurs dispersions géographique et thématique (Castella et al., 2003a, 2004a). C'est sur la base du double constat des limites de l'application des politiques de planification décentralisée, d'une part, et des difficultés de capitalisation des connaissances fragmentaires acquises localement d'autre part, que nous avons décidé d'appliquer l'approche dite « écorégionale ».

⁹ Une liste des ONG internationales est disponible sur <http://www.ngocentre.org.vn/>

De l'environnement à la gestion intégrée des ressources et des territoires

L'approche écorégionale a été proposée en 1992 par le Groupe Consultatif de la Recherche Agronomique Internationale (GCRAI) comme une réponse de la recherche aux défis du développement durable. L'objectif de la démarche était d'assurer la durabilité de la production agricole en prenant mieux en compte les tensions entre pratiques locales de gestion des ressources naturelles et politiques nationales. Le succès de la révolution verte, auquel les organismes du GCRAI étaient largement associés, avait bénéficié nous l'avons vu de la conjonction de l'application par les agriculteurs de nouvelles techniques de production rizicoles proposées par la recherche et d'une politique incitative des Etats favorisant l'intensification agricole. Si la révolution verte avait permis de satisfaire les besoins alimentaires de millions de personnes, elle avait aussi montré les limites écologiques de l'artificialisation des milieux (Trébuil et Hossain, 2004). De plus, elle n'était applicable qu'à certaines conditions, notamment une relative homogénéité agro-écologique. Son essor considérable dans les plaines et les deltas irrigués à fort potentiel de production avait contribué à marginaliser économiquement les montagnes et autres zones défavorisées écologiquement. La communauté scientifique internationale cherchait la voie d'une révolution « doublement verte », c'est-à-dire à la fois productive et respectueuse de l'environnement (Conway, 1997). Il fallait « passer d'une logique de développement agricole fondée sur la maîtrise des milieux à une autre, fondée sur la connivence avec les écosystèmes : jouer avec la variabilité des systèmes, et non contre » (Griffon et Weber, 1996). L'idée qu'une seconde révolution verte ne pouvait résulter, comme la première, d'un simple transfert de technologie, a fait son chemin dans la communauté scientifique. L'approche écorégionale est apparue comme une alternative pour élargir le cadre d'analyse et d'intervention. Il n'était plus question de diffuser des paquets techniques mis au point à la parcelle. L'enjeu était de raisonner les problématiques agro-environnementales sur de grands ensembles géographiques, les écorégions (Omernik, 1995). Cette notion, proposée à l'origine par des écologues Nord-Américains, correspond à des entités naturelles régionales à l'intérieur desquelles, on peut observer des schémas particuliers et originaux. On définit une écorégion par la convergence de contraintes et d'objectifs d'une population vivant dans une zone géographique donnée et gérant ses ressources naturelles: « une zone occupée par des sociétés humaines, dont les activités résultent de (i)

leurs propres objectifs, (ii) ressources (surtout des ressources naturelles) qu'elles peuvent mobiliser pour satisfaire leurs besoins, (iii) relations d'échange ou de concurrence existant au sein et entre ces sociétés, et (iv) leurs règles et processus de régulation » (Manichon et Trébuil, 1999). Chaque région présente au sein de sa mosaïque des similitudes d'un point de vue ressources naturelles, écosystèmes, anthropisation (Rabbinge, 1995). A cette extension régionale des objets de recherche sont associés de profonds changements de méthodes et de postures. Le premier enjeu de la recherche était de délimiter le domaine d'investigation pertinent, de définir l'emprise géographique d'une écorégion en terme de surface, d'extension, d'échelle d'étude. L'objectif étant d'obtenir un impact mesurable au niveau régional, les recherches devaient évoluer vers (i) une plus grande prise en compte de la complexité des interactions entre nature et société, (ii) une meilleure intégration des échelles d'espace et de temps entre dynamiques locales et transformations régionales, enfin (iii) un cadre institutionnel adapté aux partenariats entre acteurs de la recherche, du développement et décideurs politiques, pour intégrer savoir profanes et connaissances scientifiques, aider la décision et favoriser la concertation.

L'Initiative écorégionale pour l'Asie tropicale humide et subhumide a été lancée en 1995 par le GCRAI, et son animation scientifique a été confiée à l'Institut international de recherche sur le riz (IRRI). Les recherches mises en œuvre dans le cadre de ce programme étaient organisées selon deux volets complémentaires. D'une part des développements méthodologiques sur l'interdisciplinarité, le transfert d'échelles et la recherche-action devaient contribuer au dispositif international de recherche sur le développement durable. D'autre part, des sites pilotes étaient sélectionnés de manière à mettre les méthodes proposées à l'épreuve du milieu et à alimenter les réflexions théoriques à partir de données empiriques. Fin 1997, j'ai été associé au développement d'un des sites pilotes de cette initiative dans le bassin du Fleuve Rouge au Vietnam (Kinh et al., 1999). L'intérêt de ce site, qui couvre tout le nord du pays, est qu'il permettait d'aborder à la fois des problèmes d'environnement communs aux zones de montagne d'Asie tropicale humide et les principales questions méthodologiques à l'origine de l'Initiative écorégionale. En effet, le bassin du Fleuve Rouge était exemplaire par la diversité des situations locales qui le composent, par la dynamique rapide du changement qui remet en cause les approches traditionnelles de diagnostic et enfin par l'influence des décisions et des politiques extérieures sur les transformations agro-environnementales régionales.

Introduction

- L'extrême diversité, tant écologique que sociale, est une contrainte majeure pour la généralisation d'études locales à des niveaux plus larges d'intégration. Cette grande diversité crée une image très complexe, où il devient extrêmement difficile d'identifier un district, une commune, ou même un village représentatif de quoi que ce soit. Cette grande hétérogénéité entraîne des problèmes méthodologiques majeurs pour les procédures d'échantillonnage, de collecte des données et d'extrapolation des résultats obtenus localement.
- Les changements très rapides survenus dans la région, surtout depuis la décollectivisation de l'agriculture, la redistribution foncière et les réformes politiques de la fin des années 80, ont profondément modifié les relations de la population avec son environnement, ainsi que les interactions entre acteurs à propos de leur environnement. Les transformations rapides du contexte socio-économique (industrialisation, processus d'intégration au marché, migrations de population, etc.) les poussent à l'innovation permanente en l'absence d'un référentiel technique suffisant pour garantir la durabilité des systèmes de production développés. Ils sont prompts à s'approprier les résultats de recherche compatibles avec leurs stratégies et leurs contraintes, mais aussi à développer eux-mêmes leurs propres alternatives - dont l'impact écologique et social sur le long terme est parfois négatif - lorsque les résultats de recherche se font attendre trop longtemps. Dans un tel contexte, les travaux de recherche doivent impérativement être adaptatifs pour rester en phase avec des changements agro-écologiques et socio-économiques rapides.
- Les influences extérieures jouent un rôle primordial dans les transformations des zones montagneuses du bassin du Fleuve Rouge. Les travaux de recherche ne sauraient ignorer par exemple les politiques et les interventions de l'Etat, l'attraction des marchés chinois ou occidentaux, les migrations, etc., qui jouent un rôle croissant sur les dynamiques agraires. La recherche enracinée localement a besoin d'intégrer des perspectives plus larges, lorsqu'elle pèse les avantages et les inconvénients respectifs des changements technologiques ou institutionnels qui sont proposés. En effet, des conflits apparaissent souvent entre les différentes échelles spatio-temporelles. Il s'ensuit que, malgré la volonté exprimée par les projets de gestion des ressources naturelles de parvenir à une compréhension des dynamiques agraires et forestières à l'échelon régional, les travaux de recherche ne parviennent que très rarement à dépasser les échelles locales.

En 1997 et 1998, plusieurs réunions ont été organisées à Hanoi sous l'égide du MADR pour coordonner les organismes en charge du développement rural dans la perspective de l'application de l'approche écorégionale (Kinh et al., 1998 ; 1999). Les objectifs proposés aux participants étaient (i) de formuler collectivement les problèmes d'environnement au niveau de l'écorégion « bassin du Fleuve Rouge », de les hiérarchiser, (ii) d'inventorier les projets de recherche et de développement (instituts de recherche nationaux et internationaux, ONG, programmes de coopération bilatérale et multilatérale, etc.) intervenant sur le site pilote dans le domaine de l'agriculture, de la gestion des ressources et du développement rural, et enfin (iii) de définir un plan d'action engageant les différents partenaires autour de projets intégrés dans un schéma stratégique commun. Différents ateliers techniques ont permis d'identifier les redondances et les trous de connaissances dans ce dispositif complexe et d'imaginer un cadre institutionnel approprié pour développer des synergies entre projets et pour renforcer les activités d'intégration des connaissances (Castella et al., 2001 ; Kam et al., 2002). Le premier résultat concret de ces réunions nationales a été la mise en place au département de l'information du MADR d'une base de données sur les projets passés, en cours et projetés des principaux organismes de recherche, universités, instituts techniques et ONG représentés. Destiné à échanger l'information sur « qui fait quoi, où », cet inventaire était censé favoriser les collaborations et éviter les redondances. Le second volet de la coordination a consisté à développer collectivement de nouveaux projets qui devaient être soumis à des bailleurs de fonds pour financement. Mais il s'est avéré qu'à ce niveau de négociation les coûts de transaction étaient très élevés et les partenaires vietnamiens rechignaient à prendre en charge le processus de coordination. Une analyse institutionnelle menée par la suite a montré que malgré la volonté politique affirmée au niveau ministériel, la démarche d'ouverture proposée allait à l'encontre du mode de fonctionnement très compartimenté des ministères et de leurs départements (Castella et al., 2004a). Les discours et les modèles de coordination proposés étaient tellement abstraits et étrangers aux pratiques des organismes vietnamiens que nos interlocuteurs voyaient mal comment ils pouvaient contribuer à cette dynamique interinstitutionnelle, clairement impulsée de l'extérieur par des agences internationales. Après quelques mois ils ne croyaient plus à la capacité du dispositif national à répondre aux enjeux posés initialement et leur motivation s'est émoussée. Nous avons alors convenu que pour sortir de cette impasse il fallait faire la démonstration de l'opérationnalité de l'approche écorégionale proposée. L'idée était de développer une sorte

Introduction

de prototype à une échelle inférieure à celle du Bassin du Fleuve Rouge. Nous avons choisi de travailler au niveau d'une province, qui correspondait à l'entité régionale de gestion territoriale des ressources la plus vaste au Vietnam, de l'ordre de quelques milliers de km² alors que le bassin du Fleuve Rouge couvre une surface de 80.000 km².

La province de Bac Kan a été sélectionnée selon les deux critères suivants :

- *Socio-économique* : Cette province montagneuse, située à 200 km au nord de Hanoi, est classée parmi les plus pauvres du Vietnam. En l'absence d'activités industrielles ou commerciales, son développement dépend dans une grande mesure de son agriculture de subsistance. Bac Kan abrite dix ethnies dont les Tay représentent 55%, les Dao (17%), les Kinh (ou Viet, 13%), les Nung (9%), les H'Mong (5%) et les autres groupes ethniques (San Chay, Hoa, etc. = 1%). Les Tay, Nung et Kinh vivent généralement le long des voies de communication, près des cours d'eau où ils pratiquent essentiellement la riziculture de bas-fond sur des surfaces limitées qui représentent seulement 2,6% de la superficie de la province. Grâce à une bonne accessibilité et intégration au marché une partie de la production est commercialisée : thé, légumes, fruits, produits d'élevage et produits forestiers. Le reste de la population (Dao, H'Mong, San Chay, etc.) vit dans des régions reculées, plus difficiles d'accès. Ils pratiquent le plus souvent des systèmes de culture sur brûlis dont la production est soumise aux aléas climatiques.
- *Environnemental* : Les risques environnementaux associés à la pratique de l'abattis-brûlis dans un contexte de pression croissante de la population sur des ressources déjà très dégradées, ont fait passer Bac Kan et plus généralement les zones de montagne au nord du Vietnam au tout premier plan des préoccupations du Ministère de l'agriculture et du développement rural. Les autorités provinciales ont montré un intérêt marqué pour des études qui pourraient servir de base à l'adaptation des politiques agricoles et environnementales nationales au contexte spécifique de leur région de montagne.

La province a une superficie de 4 860 km² et une population de 282 000 habitants en 2000, soit une densité moyenne de 58 habitants par km², qui cache de fortes disparités (entre 20 et 300 hab./km² dans les communes rurales). Au cours de la période 1991-2000, la population s'est accrue de 2,2% par an avec un ralentissement au cours des dernières années : 1,5% entre 1999 et 2000. Les limites de la province définissent le domaine d'extension de notre région d'étude dans laquelle

plusieurs niveaux d'organisation spatiale et de gestion sont enchâssés (Figure 5). Nous avons choisi de travailler dans chacun des sept districts. La nature dynamique de l'étude a influencé la sélection des communes d'étude parmi les 122 que compte la province de Bac Kan. Une analyse diachronique sur chaque site était en effet associée à une analyse synchronique de différents sites situés à des étapes successives d'une trajectoire évolutionniste¹⁰. L'analyse diachronique nécessitait que l'on dispose sur le site sélectionné de données historiques ou de sources de connaissances suffisantes. L'analyse synchronique nécessitait que le site soit choisi en fonction d'hypothèses sur la phase à laquelle il se situe dans le processus d'évolution.

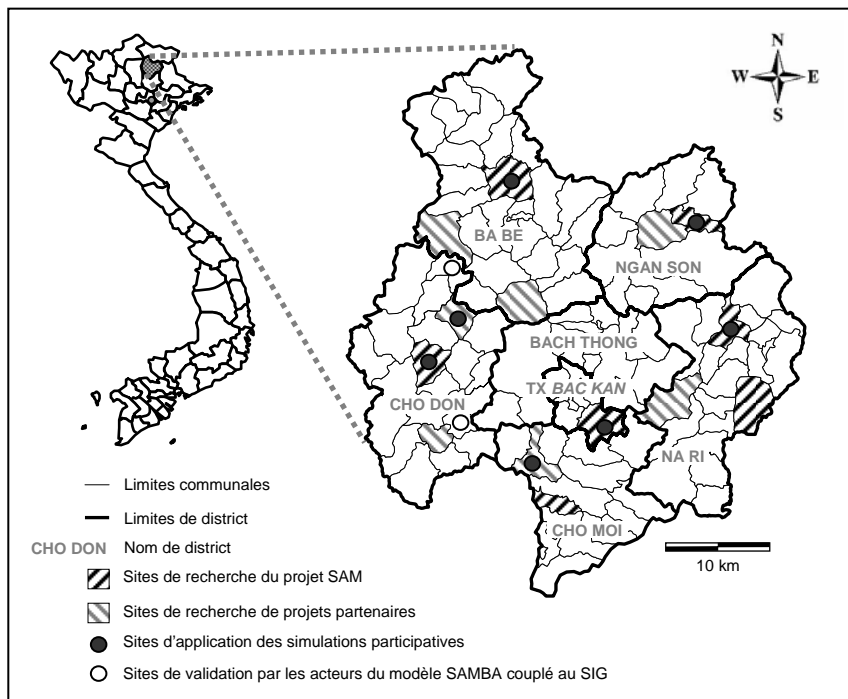


Figure 5. Carte de la province de Bac Kan et sites de recherche.

¹⁰ Il s'agit de trajectoires de différenciation des villages en fonction de leur richesse relative en ressources naturelles (usage agricole, forestier, mines, etc.), de leur composition ethnique qui a influencé les règles de distribution des terres entre les familles (Castella *et al.*, 2004b), et de l'évolution de leur environnement socio-économique : accès au marché (ouverture de routes), électrification, création d'infrastructures, exode rural, projets de développement, etc.

Introduction

Pour satisfaire ces deux conditions, nous avons sélectionné les sites de manière à couvrir la diversité régionale selon deux axes : diversité des agro-écosystèmes et intégration au marché (Castella *et al.*, 1999a). Enfin, d'autres sites sur lesquels intervenaient d'autres équipes de recherche ont été associés par la suite à notre analyse comparative. Ils ont apporté non seulement des éléments de comparaison supplémentaires pour des approches sectorielles mais aussi des éléments de validation de la représentativité de notre sélection de sites (Figure 5).

Très vite les travaux de terrain ont questionné l'opérationnalité de la notion d'environnement pour combiner des points de vue multiples sur une réalité complexe, pour relier connaissance et action. En effet, l'environnement était jusqu'alors invoqué sous couvert d'une demande sociale ou politique pour justifier des recherches, par exemple sur l'érosion des sols et de la biodiversité (Lal, 2001). Nombre de travaux scientifiques visaient à caractériser son état grâce à la mise au point et au suivi d'indicateurs (Glemarec, 2003) et le relier à des usages anthropiques aux échelles locales (Bertrand et Bertrand, 1992). Mais lorsqu'il a été question de problèmes environnementaux c'est en terme de ressources, et plus particulièrement de gestion de ressources, que les différents groupes d'acteurs les ont abordés. Le concept flou et à forte connotation politique était remplacé par (i) des objets de recherche visibles et mesurables : la forêt, l'eau, le sol, etc. ; (ii) des mécanismes de transformation / dégradation : érosion, pollution, résistance des mauvaises herbes aux herbicides et de ravageurs aux produits phytosanitaires, etc. ; (iii) des concepts hybrides tels que la fertilité ou la biodiversité, qui peuvent faire l'objet d'une gestion. En effet, la notion de ressource en agriculture se réfère à des niveaux multiples et recouvre des éléments variés en interrelations (Milleville, 1999). On distingue :

- Les ressources qui interviennent dans le processus d'élaboration de la production végétale : éléments nutritifs, eau, matière organique et structure du sol, etc. Ces ressources sont renouvelées, soit naturellement, soit par apport exogène, le processus de renouvellement étant d'ailleurs souvent mixte ;
- Les ressources que les économistes ont coutume d'appeler des facteurs de production : terre, travail, capital, moyens techniques. C'est à l'échelle du système de production et au-delà que ces ressources prennent un sens et que l'on peut discuter de leur plus ou moins grande rareté, de leur accessibilité et des modalités de leur renouvellement ;

- A un niveau intermédiaire, on trouve des éléments qui, résultant de la production elle-même, ou prélevés tels quels dans le milieu, sont réincorporés dans le processus productif : semences (graines, boutures, etc.), l'animal en tant qu'agent de reproduction, la production fourragère, la matière organique restituée au sol... Le ou les produits récoltés, dont la valorisation participe au renouvellement des facteurs de production.

La nature devient ressource par les savoirs et les techniques que mobilisent les sociétés pour leur exploitation (Gourou, 1948). Aux échelles locales, la notion de ressource facilite le dialogue interdisciplinaire entre spécialistes du milieu biophysique, des techniques, et de la société (Hubert et Mathieu, 1992 ; Genin et Elloumi, 2004). L'analyse conjointe ou coordonnée de la dynamique, de l'usage et de la gestion des ressources crée des passerelles entre acquisition des connaissances et passage à l'action. La perspective de parvenir à un impact mesurable de la recherche a conduit les chercheurs à traduire les problèmes environnementaux en questions liées à la dynamique et à l'usage des ressources naturelles renouvelables (Hagmann et al., 2002 ; Douthwaite et al., 2004). La notion de gestion intégrée des ressources s'est rapidement imposée dans la communauté scientifique internationale comme un instrument du développement durable (Sayer et Campbell, 2004). En effet, s'il est pratiquement impossible d'évaluer l'effet direct d'une action de conservation sur le réchauffement climatique ou sur la capacité productive du milieu, la couverture forestière est considérée comme un bon indicateur de l'état de l'environnement. Il est habituellement admis que la forêt limite l'érosion des sols, réduit à la fois les risques d'inondations et le manque saisonnier d'eau, maintient la biodiversité, etc. Bien que sa fonction écologique ne soit pas scientifiquement établie aux différentes échelles d'étude (Walker, 2003 ; Calder et Aylward, 2006), la forêt joue un rôle emblématique dans la protection de l'environnement (Angelsen et Kaimowitz, 2001). Dans le contexte de la déforestation tropicale liée à l'emprise agricole et l'exploitation du bois, tout ce qui contribue à préserver ou à augmenter le couvert forestier est considéré comme bon pour l'environnement. Malgré les problèmes de définition de ce qu'est une forêt et de classification des différents types de forêt, le couvert forestier est mesurable à différentes échelles emboîtées grâce aux relevés de terrain, aux photographies aériennes et aux images satellites. Ces données sont accessibles à des échelles régionales alors que les études sur les mécanismes d'érosion des sols ou sur l'évolution de la qualité de l'eau sont le plus souvent limitées à de petits bassins versants (Penning de Vries et al., 1998). La régénération des jachères en un

Introduction

couvert ligneux est par exemple un indicateur de la capacité productive – fertilité – du milieu alors qu’une transition vers une savane herbacée est un indicateur de dégradation. Finalement, l’environnement est matérialisé par la forêt, ressource naturelle à préserver et à gérer durablement. Au Vietnam, comme dans la plupart des pays tropicaux en développement, les succès ou les échecs des politiques environnementales se mesurent en termes d’évolution des surfaces de forêt (Figure 3 et Figure 4). Au niveau local, l’état instantané de ces évolutions, que l’on peut aussi qualifier « d’état de l’environnement », s’exprime à travers le paysage, empreinte visible et analysable d’interactions entre sous-systèmes à l’interface nature – société (Picouet et al., 2004). L’analyse des paysages, véritables révélateurs des dynamiques de changement, offre une porte d’entrée privilégiée pour la compréhension des processus sous-jacents et aussi un levier pour l’action. Il est bien évident que les régions étudiées ne connaissent pas une évolution homogène. Les dynamiques locales modifient en permanence l’occupation des sols, recomposent les territoires sous l’effet d’une multitude de stratégies individuelles ou collectives de gestion des ressources qui s’agrègent aux niveaux supérieurs. Pour redonner du sens à ces nombreuses trajectoires, il apparaît essentiel d’ancrer leur analyse dans une relation intime au terrain, pour mieux articuler les différents niveaux d’analyse entre exploitation agricole, terroir et territoire (Gastellu, 1997).

**1. Entre terroirs et territoires :
analyse multiscale des dynamiques
d'usage des terres**

*« Le local et le global sont beaucoup moins intéressants
que les agencements intermédiaires nommés réseaux »*
[Bruno Latour, *Nous n'avons jamais été moderne*]

Au premier abord, l'analyse des dynamiques d'usage des terres donne l'impression d'une extrême confusion. D'un lieu à l'autre, les paramètres du milieu physique (sol, relief, climat, végétation, etc.) et humain (groupe ethnique, pratiques culturelles, densité de population, etc.) varient considérablement. L'histoire locale, produit de rencontres, de relation de pouvoir, de hasards et de nécessités, est éminemment singulière. Elle apparaît souvent bien différente de l'histoire écrite, produit de la réinterprétation d'une multitude de petites histoires et de leur agrégation aux niveaux supérieurs : provincial ou national. Les dynamiques locales abordées au niveau du village (quelques km²) ou de la commune (quelques dizaines de km²) ne se comprennent que resituées dans leur contexte régional au niveau du district (quelques centaines de km²) ou de la province (quelques milliers de km²). A l'inverse, l'analyse des processus de recomposition des territoires, de transition agraire, et de transformation de l'environnement se nourrit de la compréhension des dynamiques locales d'usage des terres. A différentes échelles spatiales, il est possible d'envisager une approche systémique où le territoire cristallise les interactions entre les dimensions économiques, sociales et environnementales du changement (Moine, 2006).

1.1. Approches systèmes multi-échelles : pour une intégration horizontale et verticale des connaissances

En contribuant au développement durable d'un espace régional bien identifié, certes plus vaste que les études de terroir classiques (Sautter et Pélissier, 1964 ; Pélissier et Sautter, 1970), l'approche écorégionale s'inscrit clairement dans la lignée des recherches systèmes en agriculture (Blanc Pamard et Milleville, 1985). Dans un contexte général de complexification des situations agraires et d'accélération du changement, elle mobilise différents corpus théoriques pour améliorer (i) l'intégration des connaissances disciplinaires (biophysiques et socio-économiques), (ii) le changement d'échelle, (iii) la coordination entre acteurs du développement (Lhoste et al., 1999). Nous traitons ces trois

aspects de l'intégration des connaissances en insistant sur leurs complémentarités dans la perspective d'une gestion intégrée des ressources naturelles.

Gestion des ressources spatialisées et dynamiques paysagères : questions de méthode

Le problème de la durabilité concerne l'évolution d'écosystèmes en interaction avec des sociétés qui comptent sur ces écosystèmes pour leur développement. Lorsqu'on parle d'évolution sur le long terme, on élargit implicitement l'échelle spatio-temporelle pour englober de plus vastes domaines qui recouvrent plusieurs secteurs d'activité et groupes sociaux, concerne les générations futures, et d'autres sociétés et écosystèmes éloignés dans l'espace mais qui interagissent au travers du commerce et des communications (Giampietro, 2003). Comme le niveau d'agrégation auquel surgissent les problèmes environnementaux se déplace vers le haut, les systèmes de régulation doivent être créés au niveau approprié pour être compatibles avec les niveaux inférieur et supérieur. Par exemple, l'utilisation croissante de ressources naturelles limitées pousse l'interdépendance sociale jusqu'à l'échelon régional, ce qui débouche sur des conflits et sur le besoin de négociations quant au partage des ressources à ce niveau. Le défi scientifique consiste alors à intégrer des perspectives multiples pour concilier les intérêts en conflit et arriver à des formes de consensus quant à l'utilisation des ressources naturelles aux niveaux complémentaires, de la parcelle jusqu'à l'écorégion (Tomich et al., 2004a). Au-delà de la question de savoir comment les individus interagissent avec leur environnement, il est devenu de plus en plus important de savoir comment ils interagissent entre eux à propos de leur environnement.

Les sciences de la nature, dites «dures», ne peuvent pas répondre seules à la dernière question (Röling, 1994), malgré les avancées majeures dans le développement agricole qu'elles ont permis par le passé. Elles sont fondées sur l'hypothèse que les systèmes, définis sans ambiguïté par leurs limites, fonctionnent sur la base de lois naturelles (Rabbinge *et al.*, 1994). Dans le paradigme positiviste, le rôle des chercheurs est de découvrir la vérité, de dévoiler les secrets de la nature. Les modèles de simulation explorent les états futurs du système selon différents objectifs humains (De Wit *et al.*, 1988; Rabbinge et van Latesteijn, 1992; Van Keulen, 1993). Les individus sont censés maximiser des fonctions d'utilité et les chercheurs indiquent le meilleur moyen technique d'atteindre leurs objectifs. Ce type de raisonnement a fait ses

preuves dans un contexte productiviste, avec transfert linéaire des savoirs des chercheurs vers les vulgarisateurs puis vers les utilisateurs finaux. Mais il a montré ses limites lorsqu'il a été étendu à de vastes ensembles géographiques. En effet, les sciences dures peuvent dire si un écosystème est menacé mais ne peuvent pas imposer aux acteurs des solutions ou des politiques toutes faites. Les individus doivent interagir au niveau d'agrégation pertinent pour trouver leur propre voie vers une gestion plus durable des ressources naturelles.

Le type de recherche nécessaire pour faciliter les négociations entre acteurs repose sur le paradigme constructiviste (Le Moigne, 2002). Les systèmes « *soft* » (Checkland, 1981; Röling, 1994) sont fondés sur l'hypothèse que les individus construisent leurs propres réalités par apprentissage au cours de processus sociaux. Le savoir produit par des acteurs humains transforme leurs perceptions, puis les actions d'autres individus dans la société. La durabilité est liée étroitement aux représentations qu'ont les individus de leur environnement et à la capacité qu'ils ont ou non à créer des dispositifs de négociation pour prendre des décisions concertées au sujet de cet environnement (Dent *et al.*, 1994; Darré, 1996; 1999 ; Röling, 1996). Le rôle de la recherche est alors de rendre visibles les problèmes, d'apporter des informations pour faciliter l'émergence de plates-formes de communication au niveau d'agrégation voulu (par exemple, des problèmes diagnostiqués à l'échelon de l'exploitation qui doivent être résolus à l'échelon du bassin versant). Les deux approches que nous présentons ici ne sont pas mutuellement exclusives ; elles sont complémentaires (Tableau 2). La durabilité est une caractéristique émergente de ce système couplé (Röling, 1994). Les chercheurs en sciences naturelles et sociales doivent donc travailler ensemble pour développer de nouvelles méthodes visant à rendre les problèmes visibles pour les différents groupes d'acteurs (Lhoste et al., 1999). Les dimensions sociales et culturelles de la durabilité sont déterminantes, non seulement pour la prise de décision, dernière phase du processus d'apprentissage collectif, mais dès la première phase de formulation du problème.

Les recherches qui s'inscrivent dans le paradigme positiviste et constructiviste diffèrent par leur manière d'aborder la diversité. Les scientifiques cartésiens réduisent la réalité à ses parties élémentaires qu'ils supposent homogènes (*ceteris paribus*), les environnements uniformes étant plus faciles à appréhender. Ils peuvent alors analyser et expérimenter au niveau micro avant de généraliser par un effet multiplicateur.

Tableau 2. Complémentarité des paradigmes des sciences naturelles et sociales pour une gestion durable des ressources naturelles

Paradigme des sciences naturelles	↔	Paradigme des sciences sociales
<i>Épistémologie</i>		
Positivisme (la réalité existe indépendamment de l'observateur)	↔	Constructivisme (la réalité est construite par l'observateur)
Plate-forme « hard » (de Wit, Rabbinge, van Keulen, etc.)	↔	Plate-forme « soft » (Checkland, Darré, Röling, etc.)
<i>Outils et modèles de simulation</i>		
Modèles exploratoires (systèmes techniques / répétables)	↔	Modèles heuristiques (modèles agro-éco-socio / uniques)
Modèles génériques → universels	↔	Systèmes d'appui à la négociation → spécificité de lieu
Longue durée de vie des modèles	↔	Évolution constante des modèles: obsoletés dès qu'ils sont présentés aux acteurs pour validation
Transfert linéaire des savoirs des scientifiques aux vulgarisateurs puis aux paysans	↔	Processus itératif, interactif de facilitation de l'apprentissage collectif
Innovations pilotées par les scientifiques	↔	Découverte, interactions entre acteurs
Rigueur scientifique	↔	Pertinence pour le développement

Ainsi, par exemple, nombre de modèles d'érosion des sols résultent de l'application à de larges espaces géographiques d'un modèle mis au point et validé sur quelques mètres carrés. Les typologies de sols (cartes pédologiques), d'exploitations agricoles, etc. permettent de généraliser les résultats obtenus sur une catégorie à toutes les entités appartenant à cette catégorie. Ce type de généralisation fonctionne assez bien dans des milieux relativement homogènes, moyennant l'hypothèse que des individus de catégories différentes n'interagissent pas entre eux. La solution de facilité pour élargir le domaine d'application de leur recherche a consisté à rendre les milieux plus uniformes grâce à une maîtrise croissante des paramètres de production : l'eau par l'irrigation, les sols par les amendements, le foncier par les remembrements, la lumière et la température dans les serres. En homogénéisant leur environnement biophysique, les groupes humains substituent la complexité de la société à la complexité de la nature. Cette tendance à l'artificialisation peut avoir, nous l'avons vu, des conséquences désastreuses (Giampietro, 2003). Une autre option consiste à ne s'intéresser qu'aux environnements suffisamment homogènes, comme

par exemple les grands deltas irrigués en Asie du Sud-Est où les paquets techniques de la révolution verte ont fait leurs preuves. Les facteurs qui entraînent une variation non souhaitée sont considérés comme des perturbations ayant des conséquences fâcheuses sur l'analyse des expérimentations en milieu réel. Mais, les zones de montagne n'entrent pas dans ce cas de figure et il est alors pratiquement impossible « de reconstruire » le système *a posteriori* dans toute sa complexité à partir de l'analyse de ses éléments constitutifs, pour trouver des applications concrètes en terme de développement aux résultats de la recherche. La communauté scientifique qui relève du paradigme constructiviste donne de la variabilité une toute autre interprétation en lui attribuant une connotation explicitement positive. Les différentes formes de diversité (biologique, technique, sociale) se révèlent précieuses par leur capacité d'adaptation à des environnements incertains et changeants (Altieri, 1995). Les approches systèmes fournissent des méthodes, des concepts et des outils pour intégrer les différentes facettes d'une réalité complexe, traiter des niveaux hiérarchiques et des systèmes caractérisés par un haut degré de diversité. Elles aident à tirer parti de la grande hétérogénéité spatiale des zones de montagne.

La première étape de la démarche systémique menée dans la province de Ban Kan a consisté à identifier des entités spatiales communes aux différentes disciplines impliquées dans la recherche (agronomie, économie, géographie, etc.) et qui aient du sens pour les populations locales en terme de gestion des ressources (Castella et al., 1999a). Au Vietnam, le village correspond à la plus petite unité territoriale, représentée par un chef de village élu. A Bac Kan, un village est habité par quelques dizaines de familles (40 en moyenne) et couvre plusieurs centaines d'hectares (400 en moyenne). Dans les zones de montagne il n'existe pas de délimitation cartographique des territoires villageois. Les limites de villages ont été formalisées récemment, au moment de la planification de l'occupation des terres qui a accompagné le processus de distribution aux familles, mais elles ne sont pas officiellement enregistrées au Département de l'Administration des Terres. La commune est l'entité administrative élémentaire où sont représentées les instances administratives existant aux niveaux supérieurs du district et de la province : comités populaires, services techniques, sécurité, association des femmes, des agriculteurs et du front de la patrie, etc. Elle regroupe typiquement dix à vingt villages, soit une surface moyenne de 50 km². A l'interface des logiques individuelles et des dynamiques régionales d'usage des terres, le village a été sélectionné comme un niveau intermédiaire essentiel pour analyser la gestion des

ressources naturelles par une communauté locale. Les études monographiques ont typiquement consisté en trois étapes qui se sont échelonnées sur une année pour chacun des sites (Figure 5).

- Tout d'abord, un zonage agro-écologique de chaque district a permis de caractériser la diversité des milieux naturels et humains et a conduit à la sélection d'un site représentatif des principales caractéristiques identifiées. Des enquêtes auprès de personnes ressources ayant une bonne connaissance de l'histoire et de la géographie de la zone d'étude ont abouti à l'identification des principaux moteurs des dynamiques locales et à la mise en évidence des processus de différenciation entre exploitations agricoles (Sadoulet et al., 2001).
- Puis, un échantillon représentatif d'exploitations agricoles (environ une cinquantaine par commune) a été sélectionné à l'issue de l'étape précédente et a fait l'objet d'enquêtes approfondies. En deux ou trois visites nous avons retracé avec le chef de famille l'histoire du ménage agricole, les stratégies de production et leur évolution au cours des dernières années, les performances des systèmes de culture et d'élevage, les sources de revenu non agricole et l'intégration de la famille dans le tissu social villageois, communal et au-delà.
- Enfin, la dernière phase de l'étude monographique a consisté à intégrer l'ensemble des informations obtenues aux étapes précédentes dans une analyse des trajectoires d'évolution du système agricole et de différenciation des exploitations agricoles. A ce stade, la connaissance endogène, issue du terrain, était confrontée à une connaissance exogène, issue de l'interprétation de séries chronologiques de photographies aériennes. Des cartes d'utilisation du sol au 1:25 000 ont été produites pour chaque commune d'étude à des périodes clés de leur histoire : généralement 1954 pour la période pré-collectiviste, 1977 pour la période collectiviste et 1998 pour la période post-collectiviste. Pour certaines communes nous avons aussi produit des cartes à partir d'images satellites SPOT de 1990, 1995, 1998 et 2001 afin de retracer les dynamiques agro-écologiques de la période la plus récente. Les cartes ont confirmé les processus décrits au cours des enquêtes, d'évaluer leur extension géographique et de quantifier leur impact écologique, notamment en terme de dynamiques forestières (Castella et Dang, 2002).

Les enquêtes d'exploitations agricoles associées à l'interprétation de séries chronologiques de photographies aériennes ont favorisé la compréhension des règles locales de gestion de l'espace agricole et de

leur impact sur l'environnement. Nous avons notamment étudié la perception par les acteurs locaux de l'état des ressources et la façon dont elle influence le processus décisionnel et les stratégies de production. Ces enquêtes approfondies étaient limitées dans leur couverture spatiale et n'ont généralement pas dépassé l'échelle du village. Etant donné la diversité des situations locales elles ont été répétées sur un échantillon représentatif de villages et communes. Les 300 enquêtes d'exploitations menées sur les différents sites ont ensuite été agrégées pour former une base de données représentative de la diversité des situations au niveau de la province. Ainsi, les logiques de production et de gestion des ressources des acteurs ont été analysées à la fois aux échelles locales et régionales en combinant des méthodes qualitatives (récits de vie, etc.) et quantitatives (analyses statistiques, typologies, etc.). Au-delà des relations fonctionnelles entre pratiques de gestion des ressources naturelles par les acteurs locaux et les dynamiques de paysage nous avons cherché à mettre en évidence les relations structurelles entre les paysages et les caractéristiques biophysiques du milieu. Nous avons constitué une base de données géographiques régionale comportant une trentaine de couches d'information aux niveaux de résolution les plus fins possibles (cf. Atlas électronique publié dans Castella et al., 2003b). Ce système d'information géographique (SIG) comporte deux types de données : (i) des données statiques dont on peut raisonnablement faire l'hypothèse qu'elles ont peu varié au cours des 10 années que couvrait la période de transition vers l'agriculture familiale : hydrographie, sols, géomorphologie, etc. ; et (ii) des données temporelles discrètes (valeur d'une variable à différentes dates) pour l'utilisation des terres, population, etc. Le croisement des variables dans le SIG et leur analyse géostatistique a conduit à une première caractérisation des milieux naturels et de leurs modes de mise en valeur. La comparaison d'une série chronologique de cartes d'utilisation des terres avec les paramètres du milieu naturel et humain de chaque site d'étude a abouti à l'identification d'un nombre limité de trajectoires paysagères, définies comme des successions de paysages caractéristiques associés à des processus de transition (Castella et al., 2005e). Nous considérons en effet qu'il n'existe pas de situation d'équilibre des paysages agraires mais des trajectoires plus ou moins désirables pour les acteurs locaux et pour la durabilité des systèmes écologiques dont ils dépendent. Une même politique agricole appliquée à des espaces hétérogènes de montagne a produit une multitude de trajectoires locales. Ainsi, les politiques de distribution des terres de bas-fonds, puis de forêt, appliquées à une mosaïque de situations initiales en terme de ressources, état de l'environnement, population, etc. ont conduit à une diversité de

réinterprétations et d'adaptations locales (Castella et al., 2002a). Les paysages, véritables révélateurs de ces processus complexes de changement, ont été analysés à différentes échelles emboîtées en mettant en relation des structures géographiques et des comportements individuels. Les termes de passage entre échelles sont des indicateurs, repérables dans l'espace régional grâce aux outils de télédétection et SIG, qui ont été élaborés à partir de l'analyse des terroirs villageois et donc témoignent des processus observés à des échelles fines (Castella et al., 2005e). L'analyse comparée des différents sites de recherche a permis d'appliquer les connaissances acquises localement à de plus grands espaces géographiques sans renier l'hétérogénéité interne aux différentes échelles prises en compte (Castella et Dang, 2002).

Logiques de production et accès aux ressources à l'interface des dynamiques foncières locales et régionales

Les politiques agraires qui ont accompagné les réformes économiques du *Doi moi*, débutées en 1986, ont changé les règles qui régissent l'accès aux ressources et, par conséquent, ont largement influencé les dynamiques d'exploitation des écosystèmes cultivés. Cependant, la crise environnementale majeure annoncée au début des années 1990 n'a pas eu lieu. A l'époque, les agriculteurs, confrontés à une situation de famine sans précédent, étaient engagés dans une course au brûlis que seules les fortes pentes des bassins versants défrichés pouvaient arrêter (Sadoulet *et al.*, 2001 ; Castella *et al.*, 2004b). Cette gestion minière des ressources forestières mettait en péril les capacités productives du milieu sur le long terme. Mais en quelques années la situation s'est inversée et l'on a assisté à une amélioration des conditions environnementales, évaluées essentiellement à travers le suivi de l'état des forêts. Une phase de régénération forestière a succédé à une phase de déforestation massive et généralisée qui avait entraîné la perte de 50% du couvert forestier. Cette évolution est bien visible sur les cartes d'utilisation du sol tirées des images satellites (Figure 6). Elle tend à confirmer l'impact positif de la politique d'allocation des terres de pente sur la forêt (Boissau *et al.*, 2003a). Les études monographiques menées dans la province de Bac Kan nuancent cette interprétation (Castella et Dang, 2002).

A la fin des années 1980, toutes les terres de pentes qui avaient un potentiel agricole avaient déjà été mises en valeur et les agriculteurs de Bac Kan avaient atteint les limites écologiques des zones cultivables.

Entre terroirs et territoires : dynamiques d'usage des terres

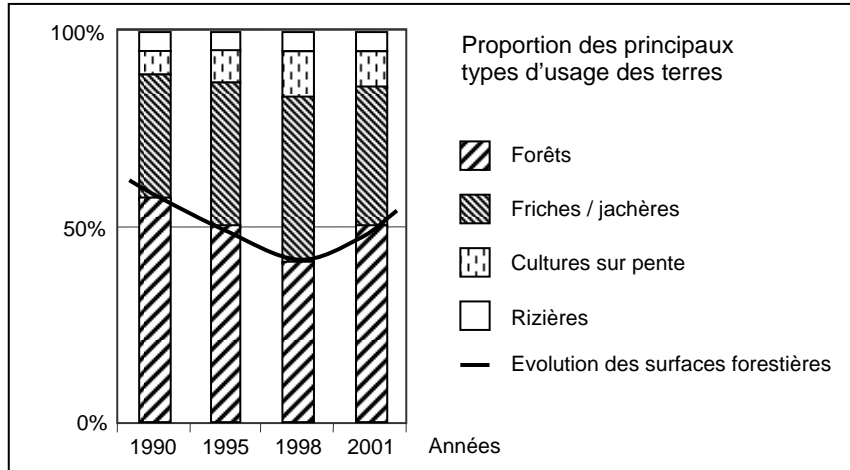


Figure 6. Dynamiques d'usage des terres dans la province de Bac Kan.

Par ailleurs, les changements survenus sur les classes d'usage des terres « forêt, friches, rizières et cultures sur pente » entre 1990, 1995, 1998 et 2001 montrent que la transition forestière était déjà engagée alors que la réforme foncière rentrait en vigueur et que son application sur le terrain en terme d'allocation des terres de pentes aux familles paysannes débutait à peine. L'intensification des terres de rizières occupait la majeure partie de la main d'œuvre disponible, entraînant une relative déprise agricole sur les pentes. L'année 1995 est une date charnière, qui correspond à la conjonction de ces trois facteurs : saturation des terres forestières, intensification des bas-fonds rizicoles et allocation des terres de pentes. Ils ont eu un effet statistiquement significatifs sur les dynamiques forestières en l'espace de trois ans seulement : 1995-1998 (Castella *et al.*, 2005e).

Cette amélioration globale des conditions environnementales, observable à l'échelle de la province, a tendance à masquer des zones de dégradation intense très limitées dans l'espace. En effet, d'importantes disparités ont été observées entre les villages, avec deux tendances opposées. L'expansion des cultures sur pentes s'est jouée dans une large mesure avant 1995 dans les villages à dominante rizicole alors qu'elle s'est accentuée après 1995 dans les villages à dominante forestière. Les dynamiques forestières sont positives dans les premiers et négatives dans les seconds après l'allocation des terres de pentes. La distribution des terres de rizières puis de pentes a sécurisé la propriété foncière des

groupes Tay qui ont pu concentrer leurs activités de production dans les rizières et diminuer la pression agricole sur les terres de pentes, favorisant ainsi la régénération forestière. Les groupes ethniques Dao et H'Mong, marginalisés à la fois par leur éloignement physique et par les règles d'allocation des terres se sont réfugiés pour un temps dans l'exploitation en abattis-brûlis des terres de pente, sachant qu'elle n'était pas durable dans les conditions agro-écologiques qui prévalaient alors (Boissau et al., 2003b ; Castella et al., 2004b). Enfin, les familles Kinh¹¹, bien que dépossédées des terres de rizière au sortir de la période des coopératives, ont profité de leur bonne accessibilité au marché et aux centres de décision pour développer des activités non agricoles qui ont largement contribué à leur revenu ou à leur processus de capitalisation pour l'achat de nouvelles rizières. Les proportions respectives des classes d'utilisation du sol (surfaces de rizières, de forêt, de friches et de cultures sur brûlis) et leur évolution au cours du temps discriminent fortement ces villages (Castella et al., 2005e). La diversité des terroirs villageois dépend à la fois de leur structure (taille relative des différentes unités paysagères) et de leurs trajectoires. Tous les villages n'étant pas égaux quant à leur potentiel de développement, il était essentiel dans un premier temps de connaître et d'anticiper ces facteurs d'inégalités dont les dynamiques d'usage des terres ne sont que les révélateurs. L'identification des villages les plus défavorisés a contribué à mieux cibler les interventions les plus urgentes à mettre en place en partenariat avec les autorités locales et organismes de développement (nationaux et ONG internationales) dans une logique de lutte contre la pauvreté (Bal *et al.*, 2000). Mais au-delà des critères de diversité et des facteurs de changement, les éléments de permanence se sont avérés essentiels à prendre en compte dans une perspective de développement territorial à plus long terme et à des échelles régionales.

Quels sont donc les éléments communs aux trajectoires singulières des terroirs villageois qui structurent l'espace aux différentes échelles d'analyse ? La recherche menée à l'interface du local et du régional en a mis en évidence deux principaux : (i) le rôle majeur de la riziculture à la

¹¹ Dans les années 1960, les agriculteurs *Kinh* originaires des provinces surpeuplées du delta du Fleuve Rouge avaient migré dans les zones de montagne, encouragés par la politique gouvernementale d'appui aux coopératives agricoles des zones agricoles marginales. Ils étaient censés former les ethnies minoritaires à la production rizicole intensive dans les bas-fonds (Castella *et al.*, 2004b) et contribuer à une large diffusion des techniques de la révolution verte. Lors du démantèlement des coopératives, ils ont été tenus à l'écart de la distribution des terres de rizière car ils n'avaient pas d'ancêtre ayant donné des terres aux coopératives dans les villages qui les avaient accueillis durant la période collectiviste.

fois dans les logiques de production, les stratégies foncières et les dynamiques paysagères, et (ii) l'existence d'un modèle assez stable d'organisation de l'espace le long d'une toposéquence (Figure 7). Ces deux aspects déterminent dans une large mesure les choix qui ont été réalisés dans la suite du programme de recherche. Il était essentiel de les valider aux différentes échelles d'analyse avant de leur donner un statut de règle structurante à la fois pour la démarche de diagnostic et pour l'accompagnement de l'action collective. Nous revenons ci-dessous sur le processus de validation de ces deux hypothèses de travail.

Dans un contexte d'agriculture de subsistance, la durabilité des systèmes de production agricole passe avant tout par la satisfaction des besoins alimentaires du foyer. Les études monographiques ont montré que l'autosuffisance en riz est un facteur clé pour la compréhension des diverses logiques de production des agriculteurs. Dans la province de Bac Kan, plus de 92 % des familles consomment aujourd'hui encore la totalité du riz qu'elles produisent en culture irriguée, inondée ou pluviale. En moyenne pour une production annuelle de 1,3 tonnes de riz irrigué par exploitation, 1,2 tonnes sont destinées à l'alimentation du foyer.

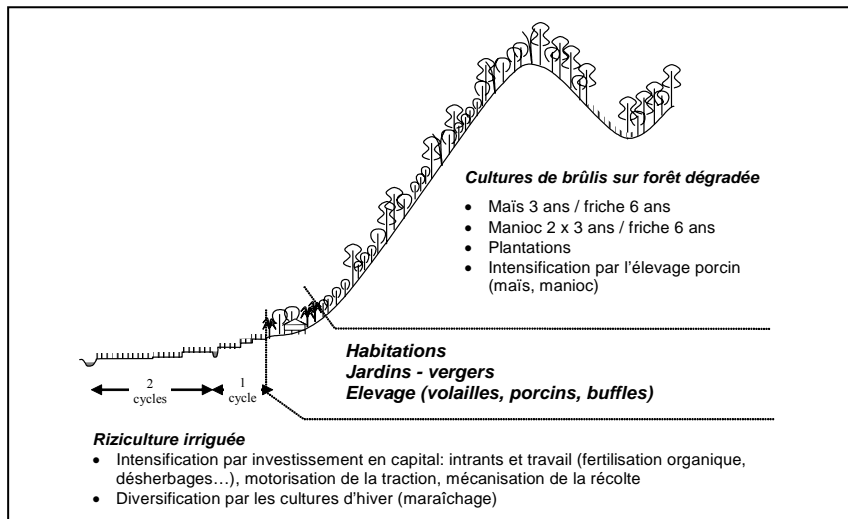


Figure 7. Mise en valeur étagée de l'agroécosystème villageois.

Mais la productivité de la terre de bas-fonds étant largement supérieure à celle des pentes (jusqu'à 8 fois) le riz produit dans les bas-fonds représente l'essentiel de la production vivrière à l'échelle de la province. En terme de surface, la disponibilité en terres de rizières reflète une large gamme de variation (entre 0 et 1,2 ha) parmi les exploitations enquêtées. La production par unité de surface varie du simple au triple selon la proportion des surfaces en double culture. L'identification des exploitations pratiquant un seul cycle de riz et celles réalisant deux récoltes par an sur la totalité de leurs terres de rizières a permis de différencier les rendements moyens obtenus, qui sont respectivement de 4 et 8,5 t/ha. Ces rendements rizicoles dans les bas-fonds sont relativement homogènes au regard de l'importante variabilité des rendements en riz pluvial mis en évidence dans la même zone (Erout et Castella, 2004 ; Husson et al., 2004). L'augmentation sensible de la productivité des rizières irriguées, conjuguée à l'interdiction des systèmes d'abattis-brûlis, a marginalisé la culture du riz pluvial à l'échelle de la province. Cependant, malgré le déclin progressif des rendements lié à l'accélération des périodes de jachère (Husson et al., 2004), la saturation de l'espace cultivé qui conduit à la crise de ces systèmes consommateurs d'espaces forestiers, le riz pluvial reste encore pour certaines d'exploitations la seule alternative pour assurer l'autosuffisance alimentaire. Les essarteurs sont sédentarisés *de facto* depuis l'allocation des terres de pentes. Leurs systèmes de culture, circonscrits à des espaces villageois limités ne permettent plus d'assurer à eux seuls la reproductibilité de leur exploitation. Ces agriculteurs sont contraints à l'innovation, sous peine de disparaître ou de devoir migrer vers de nouveaux fronts pionniers (Boissau et al., 2003a).

La capacité des exploitations agricoles à couvrir leurs besoins en riz sur les terres de bas-fonds est apparue comme une clé de différenciation des stratégies de production. Une analyse par itérations successives de la satisfaction des besoins alimentaires par les cultures de bas-fonds, de pentes et de jardins (type, surface, production, diversité, revenu généré) a mis en évidence les relations de production entre les différents compartiments de l'espace villageois et entre systèmes de culture et systèmes d'élevage. L'élevage de buffles (comme force de traction pour la riziculture) et l'élevage porcin sont liés aux types de systèmes de culture en place (alimentation à base de maïs de manioc et via les résidus de culture dans les bas-fonds). Les différentes logiques de production (diversification, intensification, spécialisation) sont déterminées par l'accès différencié aux terres de bas-fonds et par le niveau de couverture des besoins en riz. Un modèle de différenciation

des exploitations agricoles a été élaboré à l'échelle de la province selon les orientations stratégiques privilégiées par l'agriculteur et sa famille pour atteindre l'autosuffisance alimentaire.

Les exploitations de *Type A* (38% des exploitations enquêtées) sont engagées dans un processus de diversification des productions car les surfaces rizicoles ne leur permettent pas d'atteindre les 300 kg de paddy/personne/an correspondant à la satisfaction des besoins alimentaires de base. Le riz pluvial joue un rôle majeur dans la sécurité alimentaire de certaines d'entre elles, les autres se tournent vers l'élevage, la collecte de produits forestiers ou les activités non agricoles pour générer le complément de revenu nécessaire à l'achat de riz.

Les exploitations de *Type B* (50%) parviennent à peine à couvrir leurs besoins en riz sur les terres de bas-fond grâce à la généralisation de la double culture (cycle d'été et de printemps sur les mêmes parcelles). Leur stratégie d'intensification des terres de bas-fonds contribue à saturer la main d'œuvre familiale qui se concentre sur les terres proches du village afin de réduire les temps de trajet. Ces agriculteurs génèrent souvent un revenu complémentaire grâce aux cultures de maïs et manioc sur pentes associés à un élevage porcin.

Les exploitations de *Type C* (12%) disposent de larges bas-fonds qui couvrent leurs besoins en riz à partir du seul cycle d'été. Le riz est alors une source importante de revenu qui permet des investissements dans les cultures pérennes (arboriculture fruitière) ou l'élevage de gros ruminants, répondant à une logique de spécialisation. Ces agriculteurs cultivent très peu sur les pentes.

Les terres de bas-fonds, dont les surfaces ne peuvent plus notablement s'accroître compte-tenu d'une forte pression sur la terre constituent finalement la véritable « ossature » des systèmes de production agricole de Bac Kan (Erout et Castella, 2004). La pérennité des différents types d'exploitations décrits ci-dessus repose sur une forte relation de complémentarité - concurrence entre deux unités paysagères bien distinctes : les bas-fonds et les terres de pente.

- La complémentarité repose sur un choix judicieux de cultures, associées ou non à l'élevage, permettant à la fois de couvrir les besoins alimentaires, de générer un revenu monétaire et de ménager un volant de sécurité pour pallier les imprévus et les pertes éventuelles : stockage et vente d'excédents de maïs, vente différée de porcs engraisés, épargne « sur pied » avec les buffles et les bovins dans certains cas. Ainsi, le type A dépend dans une large mesure de la partie supérieure du bassin versant pour ses cultures de brûlis mais aussi pour l'élevage et la collecte de produits forestiers ; le type B est

associé à tous les étages de l'écosystème alors que le type C concentre ses activités aux deux extrêmes du bassin versant : riziculture dans les bas-fonds et exploitation forestière sur les sommets.

- La concurrence, elle, réside dans la multifonctionnalité de certains espaces, qui entraîne des risques de conflits entre types d'exploitations aux intérêts divergents, notamment en terme de gestion des ressources naturelles. Nous avons abordé cette question à propos de conflits sur la gestion des ressources fourragères pour les gros ruminants. En effet, les animaux divagants des agriculteurs de type A peuvent causer des dégâts importants aux cultures sur pente de ceux de type B. Par contre le contrôle social est beaucoup plus fort sur les rizières dont dépendent les types B et C. De même, les cultures d'hiver dans les bas-fonds des agriculteurs de type B sont limitées par les animaux divagants. La résolution des conflits doit passer par une concertation entre les différents types d'exploitation sur la gestion spatiale des interactions entre cultures et élevage (Castella et al., 2005d).

Ce cadre d'analyse des logiques de production, fondé sur la satisfaction des besoins en riz, a conduit à une classification des exploitations agricoles à partir des données statistiques généralement disponibles dans les villages et communes. Les typologies locales ont été ainsi généralisées à l'ensemble de la province en s'abstenant des lourdes enquêtes d'exploitations qui ont alimenté les monographies de terroir.



Photo 1. Organisation de l'espace dans la commune de Ngoc Phai.

Des modèles territoriaux pour contextualiser la réflexion et l'action

A Bac Kan comme dans de nombreuses régions de montagne en Asie du Sud-Est, l'analyse des pratiques de gestion locale des ressources naturelles est grandement facilitée par un modèle assez stable d'organisation de l'espace (Figure 7). L'utilisation des terres est régie dans une large mesure par la topographie (Mellac, 2000 ; Erout et Castella, 2004). Les analyses paysagères ont montré une homogénéité des règles d'organisation spatiale des ressources naturelles, autour des axes constitués par les vallées rizicoles – réseau hydrographique – routes (Photo 1). En effet, le territoire villageois coïncide généralement avec un petit bassin versant qui concentre les eaux de pluies en ruisseaux qui se jettent, au bas de la vallée, dans une rivière parcourant les bas-fonds rizicoles irrigués. On observe une mise en valeur agricole étagée de l'écosystème selon un gradient d'intensification décroissante à mesure que l'on s'éloigne des zones d'habitation, c'est-à-dire lorsqu'on progresse vers les étages supérieurs du bassin versant. Les zones d'habitation s'étirent le long du chemin ou de la route qui serpente le long des bas-fonds rizicoles. Autour des maisons on trouve les rizières, en contrebas, ainsi que les jardins et vergers situés sur les colluvions de bas de pente au même niveau ou au-dessus de la zone d'habitations. Derrière les jardins, sur le versant, la mosaïque de bas de pente correspond à des systèmes de culture intensifs sur pentes (à base de maïs et manioc pour l'alimentation des porcs et de la volaille) caractérisés par des jachères courtes et l'utilisation d'intrants. Sur les hauteurs du bassin versant, on retrouve la combinaison entre les cultures sur pentes et les formations végétales naturelles. La capacité productive des systèmes d'abattis-brûlis est maintenue grâce à des jachères longues qui conduisent à une régénération forestière. La présence de ces jachères et l'éloignement des zones de culture intensive en font une zone privilégiée pour le pâturage des gros ruminants (buffles et bovins). C'est aussi sur les hauteurs du bassin versant que les villageois collectent les produits de la forêt, ligneux (bois de chauffe et de construction) et non ligneux (pousses de bambou, feuilles, champignons et plantes médicinales). Finalement, ce modèle d'organisation de l'espace villageois fait apparaître une répartition spatiale des ressources qui relie les différentes entités paysagères au sein des systèmes de production agricoles (Castella et al., 2002b).

Historiquement, la présence de bas-fonds aménageables en rizières a déterminé l'installation des familles Tay alors que la présence de forêts denses favorisait l'occupation des groupes Dao et H'Mong qui

dépendent des ressources forestières pour leur système d'abattis-brûlis (Mellac, 2000 ; Sadoulet et al., 2001). Ces modes de production différenciés, à la fois par leur emprise spatiale et par l'organisation sociale qui les sous-tend, ont conduit à un système agricole dual que l'on peut représenter par un modèle de type centre – périphérie. La dualité porte sur les différents aspects du développement local : politiques, économiques, sociaux et écologiques. Au centre, les groupes ethniques Tay et Kinh, majoritaires et détenant le pouvoir local, s'organisent autour de la gestion de l'eau et des systèmes rizicoles irrigués de bas fond. A la périphérie, les traditionnels essarteurs Dao¹² et H'Mong sont l'archétype des ethnies minoritaires de montagne, marginalisés du point de vue économique et politique et accusés de dégrader l'écosystème forestier par la pratique de l'abattis-brûlis. Cette dualité entre gestion de la ressource « eau » pour les uns et gestion de la ressource « forêt » pour les autres est restée relativement stable au cours de l'histoire mouvementée du pays, même pendant la période collectiviste où le poids des coopératives dépendait des surfaces de rizières irriguées qu'elles contrôlaient. Plus récemment, la distinction ethnique s'est estompée du fait des redistributions de terres à chaque héritage qui ne laissent plus aux jeunes ménages Tay des surfaces rizicoles suffisantes pour couvrir les besoins de leur famille. S'il est encore possible aujourd'hui d'identifier des types de villages correspondant respectivement aux différents groupes ethniques c'est en raison du rôle majeur qu'a joué historiquement ce facteur sur les modes de colonisation de l'espace. Les stratégies de production et les modes de mise en valeur du milieu dépendaient essentiellement de l'accès au foncier, lui-même directement lié à l'appartenance ethnique des familles (Castella et al., 2004b). Cependant, les études monographiques ont clairement montré que les agriculteurs Dao n'ont pas d'attachement culturel pour les systèmes d'abattis-brûlis¹³. Ils sont prêts à cultiver les bas fonds dès qu'ils disposent de surfaces aménageables en rizière. C'est pourquoi nous avons préféré distinguer les types d'exploitation agricole en fonction de la part que représente la riziculture irriguée dans la satisfaction des besoins alimentaires de la famille. Les types A et C

¹² Le nom du groupe ethnique signifie « hommes de la forêt » en langue Dao.

¹³ Les agriculteurs Dao ont d'autant moins d'attachement pour le système d'abattis-brûlis qu'ils pratiquaient la riziculture humide lorsqu'ils étaient dans le sud de la Chine. Délogés par la marche des Han vers le sud, ils se sont établis dans les montagnes du nord de la péninsule indochinoise et ont dû apprendre les techniques de l'agriculture sur brûlis pour assurer leur subsistance dans un environnement montagneux qu'ils ne maîtrisaient pas. Leur parcours dans la province de Bac Kan ne fait donc que rejouer un scénario que leurs ancêtres ont connu avec leur migration forcée.

sont situés aux deux extrêmes du processus de développement local, respectivement à la périphérie et au centre, alors que le type B correspond à des situations intermédiaires ou en transition. Le type C est bien en phase avec les discours dominants sur le développement durable qui insiste sur la vocation sylvicole et d'élevage des zones de montagne, alors que les agriculteurs du type A sont mis en demeure d'abandonner leurs pratiques jugées arriérées et déprédatrices de l'environnement.

Les modes de gestion locale des ressources et leur influence sur les recompositions territoriales ont été étudiés dans le village de Phieng Lieng de la commune de Ngoc Phai (Castella et al., 2005d). Des informateurs locaux¹⁴ ont représenté sur une maquette en trois dimensions du village la répartition dans l'espace et dans le temps des principales activités agricoles (culture, élevage) et d'extractivisme (produits forestiers ligneux ou non). La partition de l'espace villageois obtenu selon les périodes, les activités et les genres témoigne de la complexité des mécanismes à l'œuvre dans l'élaboration des stratégies de production (Figure 8 et Tableau 3). Une nette distinction est apparue entre la période hivernale de repos végétatif et la saison des cultures qui débute en février avec la préparation des terres de rizières puis se poursuit par une succession de cycles culturels, à la fois dans les bas-fonds et sur les pentes jusqu'à la fin du mois d'octobre. Pendant quelques jours, les gros ruminants (buffles et bovins) se nourrissent des résidus de culture puis montent sur les hauteurs du bassin versant où ils sont laissés à divaguer pendant tout l'hiver. Les ressources fourragères sont limitées à cette période du fait de la croissance ralentie de la végétation naturelle et de l'absence de production fourragère par les agriculteurs. Les animaux circulent en toute liberté à la recherche de leur alimentation sur de larges zones géographiques, souvent bien au-delà des limites du village. Les buffles sont rassemblés à proximité des habitations au début des deux cycles culturels, printemps et été, pour la préparation des sols de rizières. Ils sont aussi utilisés à cette période pour débarder du bois dans la forêt sur la partie médiane du bassin versant. Traditionnellement, la répartition saisonnière des activités entre cultures, élevage et cueillette en forêt permettait d'éviter les conflits entre activités à la fois dans le temps et dans l'espace.

¹⁴ Des anciens du village ayant une bonne connaissance de son histoire et de sa géographie, mais aussi des représentants des différents types d'agriculteurs qui exploitent divers compartiments de l'espace villageois.

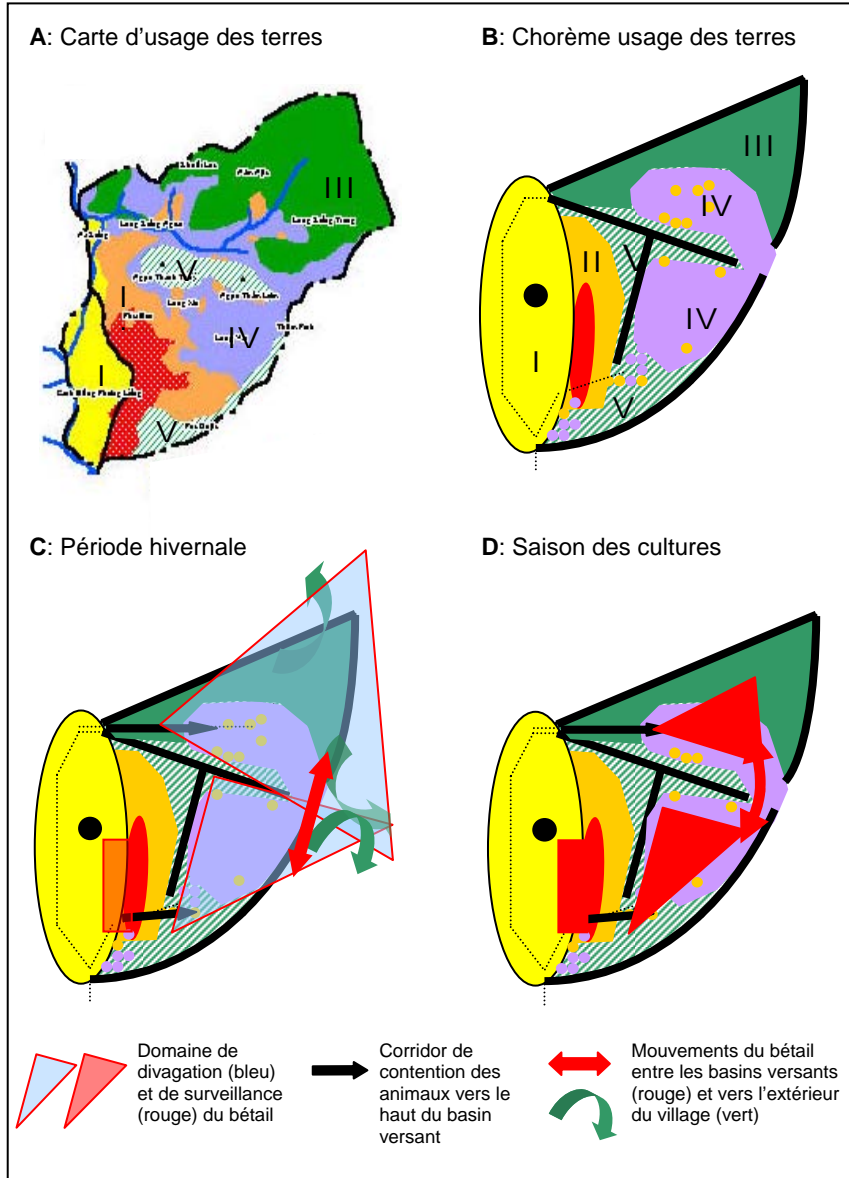


Figure 8. Distribution spatiale des unités de paysage selon les pratiques de gestion des ressources (A, B), les mouvements des troupeaux de buffles en période hivernale (C) et en période de culture (D). Voir légende des cartes à la Figure 9

Tableau 3. Distribution des activités productives en fonction des genres (♂ ♀), périodes de l'année et des unités de paysage (nombres de I à V sur la Figure 8A), calendrier de gestion des troupeaux de buffles.

Mois		Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc
Rizières		♂ ♀ (I)		♂ (I)		♂ ♀ (I)		♂ (I)		♂ ♀ (I)			
Cultures pentes				♂ (II, IV)		♂ ♀ (II, IV)				♂ ♀ (II, IV)			
Tiges bambou								♂ ♀ (III, IV)					
Pousses bambou		♂ (III, IV)											
Bois de feu				♂ (V)				♂ (V)				♂ ♀ (III, V)	
Bois de construction				♂ (III, V)				♂ (III, V)				♂ (III, V)	
Produits forest. non ligneux												♂ (III, IV)	
Non agricole				♂				♂				♂ ♀	
Buffles	Force de traction	Labour (I)		Débardage bois (III)		Labour (I)		Pas d'activité (III, IV)		Pas d'activité (IV)		Collecte de bois (III)	
	Gestion	Surveillé (I)		Surveillé / divagant (I, IV)		Surveillé (I)		Divagant (IV)		Surveillé (I, IV)		Divagant / surveillé (I, IV)	
	Fourrage	Paille, feuilles, herbe (I, IV)		Herbe, feuilles d'arbres (IV)		Paille, feuilles, herbe (I, IV)		Herbe, feuilles d'arbres (IV)		Herbe, feuilles d'arbres (I, IV)		Paille, feuilles, herbe (I, IV)	

Cependant, l'augmentation du cheptel de gros ruminants depuis la fin des années 1980 (multiplié par deux en l'espace de 10 ans dans certaines communes) a modifié les pratiques de gardiennage par manque de main d'œuvre. Les animaux sont laissés sans surveillance la plus grande partie de l'année. Ils trouvent l'essentiel de leur nourriture dans les jachères sur pentes et dans la forêt. Leur présence de plus en plus pressante entraîne des conflits entre villages et/ou entre exploitations développant des systèmes de culture différents sur les pentes. Les jachères s'appauvrissent selon des mécanismes complexes de compaction du sol, d'acidification, de toxicité aluminique, etc. et le processus de régénération forestière est ralenti (Husson et al., 2004). L'impact en

retour sur l'élevage est important puisque avec la sécurisation foncière, un nombre croissant de parcelles sont mises en défens conduisant progressivement à un embocagement des terres de pentes. Le surpâturage des zones traditionnelles d'élevage entraîne leur dégradation rapide et les ressources fourragères deviennent limitantes durant la période critique hivernale. En conséquence, les interactions dynamiques entre agriculture, élevage et forêt doivent impérativement être prises en compte dans la recherche d'alternatives aux systèmes d'abattis-brûlis.

L'intégration des connaissances scientifiques interdisciplinaires (cartes dérivées de photographies aériennes, évaluation de la biomasse ligneuse de différentes formations forestières, etc.) et savoirs locaux était indispensable pour évaluer l'impact de différentes pratiques sur l'état des ressources naturelles. En effet, le processus décisionnel des agriculteurs dépend dans une large mesure de l'état des ressources dans les différents compartiments, leurs variations saisonnières ou interannuelles, mais aussi de l'accès aux différents compartiments de l'espace et de la disponibilité en main d'œuvre aux différentes périodes. La confrontation des informations sur les règles officielles d'accès aux ressources avec les pratiques des usagers a été riche d'enseignements sur les mécanismes de transformation des paysages et sur les sources de conflits. Les plans d'aménagement du territoire communal établis en 1992, puis à nouveau en 1997 et 2001 dans le cadre de l'allocation des terres de pente distinguaient six classes d'usage des terres (Figure 9). (1) Le statut des terres de rizières était déjà réglé depuis le démantèlement des coopératives et un cadastre précis avait été établi en 1991. (2) Une zone de protection était délimitée autour des zones résidentielles de manière à éviter que l'érosion ne déclenche des éboulements ou des chutes de pierre qui auraient endommagé les habitations. (3) Le reste des forêts protégées avait été alloué individuellement aux ménages qui étaient chargés d'en restreindre l'accès et d'en assurer la protection. (4) Les terres de pente à usage agricole, proches des zones de bas-fond et d'habitation, ont été allouées aux familles. (5) Des zones de forêt en gestion commune par les habitants de chaque village ont été réservées pour le prélèvement des produits forestiers ligneux ou non ligneux. (6) Des zones de pâturage sont restées en accès libre pour les troupeaux du village (Figure 9). La superposition des cartes d'aménagement, de cadastre et d'usage effectif des terres a montré par exemple un phénomène d'appropriation individuelle de zones de gestion collective pour les mettre en culture. Même des zones de protection des habitations ont été l'objet d'une mise en valeur agricole ces dernières années. Les « adaptations locales » des plans officiels d'aménagement conduisent à

des situations complexes des gestion des ressources et à des compétitions pour différents usages dans certains compartiments de l'espace villageois, notamment ceux où les règles sont floues comme les hauteurs des bassins versants. Le manque de coordination entre acteurs locaux se traduit soit par des conflits, qui prennent le plus souvent la forme de dégâts d'animaux dans des cultures sur pentes, soit par une compartimentation du paysage du fait de la généralisation des haies de protection contre les intrusions d'animaux.

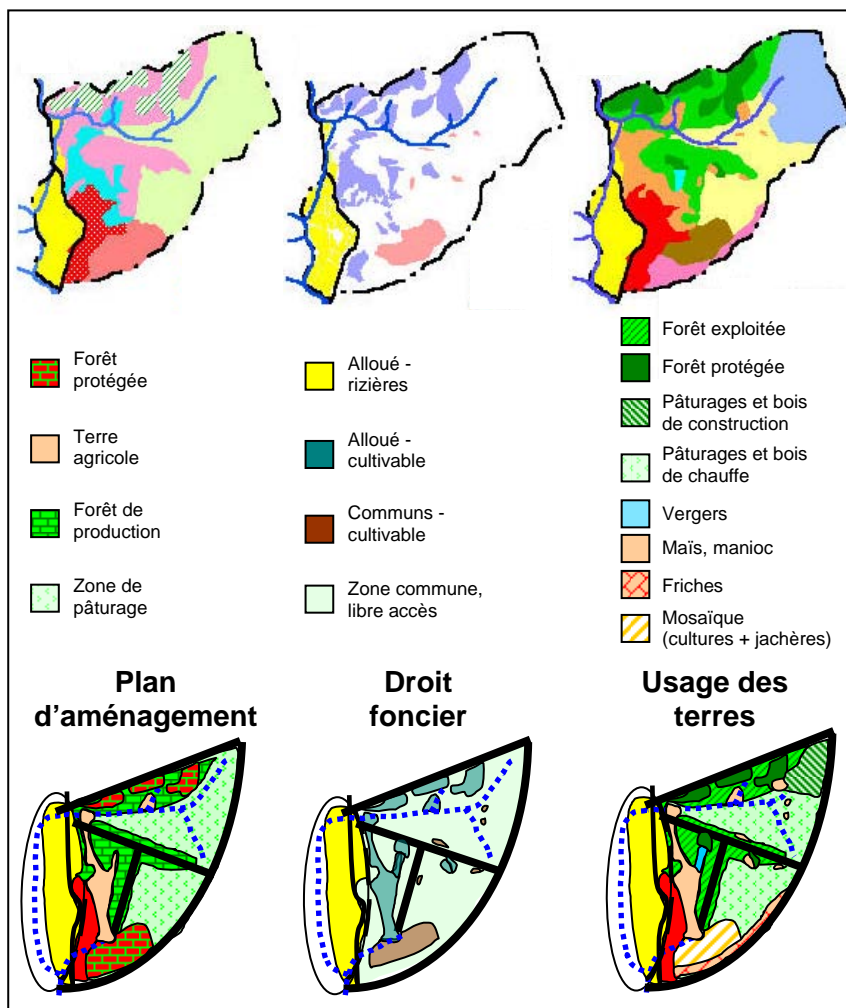


Figure 9. Représentations spatiales du village de Phieng Lieng (cartes en haut et chorèmes en bas), adapté de Castilla et al., 2002b.

Ces évolutions récentes ont ensuite été mises en perspective par rapport à l'histoire agraire du village au cours des dernières décennies. Traitées sur des pas de temps longs, les informations spatialisées ont été incorporées à un SIG du village après projection sur une grille. Afin de restituer aux participants de la commune les résultats obtenus à partir de la maquette et du SIG, nous avons développé une méthode de représentation graphique du territoire villageois. Les principales caractéristiques du paysage et de ses dynamiques ont été représentées sous forme de chorèmes (Brunet, 1986 ; Cheylan et al., 1990 ; Bonin et al., 2001). Nous avons préalablement vérifié avec les acteurs locaux que ces modèles graphiques, élaborés avec l'aide de certains d'entre eux, avaient du sens pour l'ensemble de la communauté. La modélisation spatiale a abouti à un modèle à compartiments où différentes zones sont identifiées dans l'espace villageois en fonction des modes de gestion des ressources qui leur sont associés (Figure 8). Enfin, le modèle a été utilisé avec les acteurs locaux comme support de discussion sur la gestion des ressources naturelles. Une réunion a été organisée en octobre 2001 avec les villageois pour discuter à partir du modèle graphique de l'évolution des interactions agriculture – élevage depuis les années 1950 (Martin *et al.*, 2004). Les participants ont validé à la fois le support de présentation et les résultats obtenus sur les origines de la crise de l'élevage et les problèmes de surpâturage. La prise de conscience des problèmes a permis d'aller plus loin dans la concertation et la recherche de solutions. Différentes options ont été représentées grâce au chorème dynamique, puis discutées collectivement (Castella *et al.*, 2002b). Enfin, la confrontation des cartes de planification de l'usage des terres avec celles représentant les pratiques et les savoirs locaux a mis en évidence de nombreuses contradictions qui témoignent des adaptations locales aux politiques d'aménagement du territoire développées au niveau provincial. A l'échelle du terroir villageois, les dynamiques paysagères observées sont à mettre en relation avec la proportion des trois types d'agriculteurs A, B, et C présentés ci-dessus et les relations qu'ils entretiennent entre eux : conflits, rapports de forces, coordination. La viabilité écologique, économique et sociale de différents scénarios a été évaluée de manière individuelle puis collective. Les combinaisons de stratégies individuelles et d'interactions sociales au sein de la communauté villageoise déterminent localement les modes variés de gestion des ressources et les trajectoires d'évolution qui leur sont associés.

A un niveau agrégé, les transformations environnementales ont finalement résulté de la combinaison de tendances historiques lourdes

(allocation des terres, développement des cultures de rente et de l'élevage en relation avec l'ouverture au marché, migrations, etc.) et des caractéristiques internes aux foyers (proportion d'actifs, capital, appartenance ethnique, etc.), appliquées à une diversité de situations locales spécifique des zones de montagne. Cette diversité locale a pu être caractérisée grâce à un nombre limité de variables :

- Les caractéristiques biophysiques, qui déterminent la taille des différentes unités de paysage et la quantité de ressources disponible (surfaces de rizières, de terres favorables aux systèmes de culture intensifs de bas de pentes, etc.) et la qualité des ressources (accès à l'eau d'irrigation pour passer à deux cycles de riz, état du couvert forestier, etc.),
- Les politiques de développement local et interventions de l'Etat qui influencent l'accès des foyers aux ressources : règles locales d'attribution des terres de pentes, de gestion de l'élevage, délimitation de zones protégées, programmes de reforestation, développement d'activités productives spécifiques, etc.,
- L'accessibilité qui (i) offre des débouchés pour les produits agricoles permettant de sortir des logiques de subsistance pour s'ouvrir au marché, (ii) offre de nouvelles opportunités de revenu non agricole et favorise la diversification des activités des foyers, (iii) augmente les chances de bénéficier des projets de développement et d'accéder à l'information technique des services de vulgarisation, (iv) offre un tremplin pour la migration vers des zones plus favorables à l'intérieur de la commune ou vers d'autres provinces (Castella et Dang, 2002).

En quelques années, une déforestation massive (décennie 1980), puis une relative régénération forestière sur de grands ensembles géographiques associés à des « îlots » de dégradation intense des ressources (décennie 1990) ont succédé à une dynamique d'exploitation forestière diffuse par des essarteurs itinérants (période pré-collectiviste). Dans les années 2000, à Bac Kan comme dans beaucoup d'autres provinces de montagne du Vietnam et d'Asie du Sud-Est, la lutte contre la pauvreté a finalement pris le relais des programmes de lutte contre la déforestation (Ducourtieux et Castella, 2006). Alors que les essarteurs traditionnellement très mobiles et répartis de manière diffuse sur de larges espaces de forêt relativement préservée étaient pratiquement « insaisissables » par les projets de développement, ils sont devenus plus facilement repérables dans un espace villageois dont leurs systèmes de production sont en quelque sorte prisonniers. Suite à l'allocation des terres ils se retrouvent en effet à pratiquer des cultures sur brûlis mal

adaptés à l'état des ressources forestières (Castella et al., 2006a). Le seul aspect positif de ce nouveau contexte, particulièrement contraignant pour eux, est sans doute qu'ils sont à présent plus faciles à cibler par les programmes de lutte contre la pauvreté.

1.2. Les territoires et les réseaux de l'innovation

La traduction de la demande sociétale en questions puis en hypothèses de recherche incite à remettre en cause certaines idées reçues sur la lutte contre la pauvreté. La première est que la croissance économique qu'a connue le pays ces dernières années bénéficie automatiquement aux pauvres et qu'en conséquence il est possible de s'en tenir à des politiques nationales visant une augmentation du produit intérieur brut pour lutter contre la pauvreté. Les rapports et les statistiques officielles montrent bien que si le taux de pauvreté a considérablement diminué dans les années passées et va continuer de baisser à l'échelle nationale (World Bank, 2003), l'écart se creuse entre les villes et les campagnes et entre les deltas irrigués et les zones de montagne (Narayan et al., 2000). Les estimations sur l'évolution de la pauvreté donnent une croissance de 28% à 34% pour les zones de montagne du Nord entre 1998 et 2010 alors qu'elle diminuerait sur la même période pour passer de 15% à 4% dans le delta du Fleuve Rouge (NCSSH, 2001). Une même politique conduit à d'importantes disparités de développement selon des régions et il est important de contextualiser l'intervention par une prise en compte explicite de trajectoires locales diversifiées. Deuxième point, la pauvreté est une notion relative qui peut être déclinée à toutes les échelles. Quelle que soit notre situation, on est toujours le pauvre, ou le marginal, de quelqu'un d'autre. Cibler la pauvreté par des programmes d'aide au développement demande de préciser l'échelle, ou les échelles auxquelles on se place, car les propositions seront différentes selon que le domaine d'intervention est un village, une commune, un district ou une province. Enfin, troisième point, l'expérience montre que même si l'on cherche en priorité à atteindre les populations les plus pauvres, en pratique le succès de l'intervention dépend dans une large mesure de l'implication locale des franges les moins pauvres de la population, soit parce qu'elles détiennent le pouvoir, soit parce que leurs moyens d'existence sont intimement liés à ceux des groupes cibles. Nous avons vu par exemple qu'au niveau du village les modes d'exploitations des ressources naturelles par les agriculteurs du type A, B et C sont interdépendants. Aussi, il est impossible d'intervenir sur les uns sans modifier les pratiques des autres. Une approche systémique est

nécessaire pour raisonner les interventions à l'interface des dynamiques environnementales et des stratégies d'acteurs.

Trois hypothèses de recherche découlent de ces constats :

- L'innovation technique est considérée par tous les acteurs de la société vietnamienne comme source de progrès. Le consensus autour de cette conception confucéenne de la connaissance et de son rôle majeur dans le développement plaide en faveur de programmes de recherche-action organisés autour de propositions techniques ;
- La diminution des inégalités de développement doit passer par la recherche d'un équilibre entre injonctions institutionnelles et initiatives locales. C'est au niveau du territoire, point de rencontre entre connaissance et action, que se cristallise l'action collective capable de réconcilier les démarches descendantes et ascendantes de développement ;
- L'intégration recherchée entre échelles locales, régionales et globales, ne se conçoit que si l'on combine les territoires et les réseaux de gestion des ressources naturelles.

Chacune de ces hypothèses a fait l'objet de recherches spécifiques dont les principaux résultats sont présentés dans les trois points suivants.

L'innovation, moteur du changement

Une des priorités du gouvernement vietnamien, relayé par les autorités provinciales, est d'identifier les modes d'intervention adéquats pour venir en aide aux populations marginalisées des montagnes. De nombreux projets de développement ont vu le jour ces dernières années sous l'impulsion des agences internationales et d'ONG. Dans un contexte d'agriculture de subsistance, une des voies privilégiée d'intervention a consisté à tester et à proposer aux agriculteurs des innovations techniques plus rémunératrices ou moins prédatrices de l'environnement. A ces techniques de production sont généralement associées des méthodes innovantes d'encadrement de l'agriculture, fondées sur la gestion communautaire des ressources naturelles et sur les démarches participatives. Sans renier l'intérêt de ces démarches, il est apparu essentiel d'élaborer un diagnostic préalable à une transformation progressive du système préexistant plutôt que de plaquer un modèle importé sur une réalité mal connue, comme le font encore malheureusement de nombreux projets.

Depuis les années 1990, la mutation profonde de l'agriculture vietnamienne a profondément transformé les relations historiquement établies de l'homme à son milieu - que l'on peut nommer *civilisation*¹⁵ pour reprendre le terme de Pierre Gourou - mais aussi les *techniques de production et d'encadrement*. Nous allons aborder successivement ces trois éléments structurants de la géographie humaine de Gourou (1973). Nous avons montré que deux *civilisations rizicoles* distinctes : riziculteurs et essarteurs, ont coexisté pendant longtemps dans les zones de montagne d'Asie du Sud-Est (Gourou, 1984 ; Michaud et al., 2002). A Bac Kan, les différences culturelles et culturelles sont historiquement très marquées entre les Tay qui exploitent les bas-fonds irrigués et les Dao et H'Mong qui pratiquent l'abattis-brûlis sur les versants forestiers. Dans les années 1960, la collectivisation de l'agriculture et les déplacements forcés des populations de montagnards vers les vallées ont mis ces deux groupes ethniques en contact (Schaeffer-Dainciart, 1998 ; Sadoulet et al., 2001). Par la suite, une conjonction de facteurs a conduit à imposer l'un des deux modèles de production, celui de la riziculture irriguée (Greenland, 1975). Le pouvoir politique des groupes dominants de riziculteurs Tay (au niveau provincial) et Kinh (au niveau national) et l'essor de la révolution verte ont progressivement marginalisé l'agriculture sur brûlis (Dang, 1991). Dans de nombreuses régions, les anciens essarteurs se sont formés aux techniques de mise en valeur des bas-fonds et ont collaboré avec les autres groupes ethniques dans le cadre des coopératives rizicoles pendant les 25 ans de collectivisation. Les deux civilisations ont évolué face aux contraintes communes de gestion bureaucratique de la production agricole et de pénurie alimentaire dans les années 1980. Mais une fois sortis de la période collectiviste ces deux groupes ont développé à nouveau leurs modes de production ancestraux, non pas parce qu'ils étaient Tay ou Dao, mais parce leur appartenance ethnique avait conditionné dans une large mesure leur droit d'accès à la terre (Castella et al., 2004b, Erout et Castella, 2004). Lorsque les Tay ont repris possession des terres données par leurs ancêtres aux coopératives la plupart d'entre eux sont parvenus à satisfaire les besoins en riz de leur famille et se sont engagés dans des stratégies de production de type C telles que celles décrites ci-dessus. Une majorité d'agriculteurs Dao, expulsés des terres qu'ils avaient cultivées pendant de nombreuses années se sont trouvés bien malgré eux dans la situation du type A, obligés de cultiver les pentes pour survivre mais prêts à aménager des terrasses ou à acheter des terres de bas-fonds aux agriculteurs Tay lorsqu'ils en avaient les moyens. De

¹⁵ Ensemble des techniques d'exploitation de la nature.

même les jeunes agriculteurs Tay sont obligés de cultiver les pentes lorsque les rizières héritées des parents ne suffisent pas à couvrir leurs besoins. Aujourd'hui en rupture avec les logiques de développement exclusivement fondées sur l'intensification des rizières, les programmes de développement doivent assurer la sécurité alimentaire des populations de montagne avant d'envisager une diversification des productions. De même, la recherche d'alternatives aux systèmes sur brûlis doit passer par l'amélioration de ces modes de production qui ne peuvent pas être bannis du jour au lendemain sans paupériser les groupes les plus fragiles. Face à la complexité des trajectoires locales de développement et à la diversité de milieux naturels et humains nos recherches ont montré que les populations locales ont créé elles mêmes de la diversité et qu'elles sont à la recherche de techniques innovantes qui répondent à leur contexte spécifique de production (Bal et al., 2000).

En effet, pour tous les acteurs du développement : des agriculteurs jusqu'aux décideurs politiques nationaux, le progrès passe par l'innovation technique. Malgré les succès obtenus grâce aux réformes économiques du *Doi moi* dans la lutte contre la pauvreté, les populations locales considèrent les innovations techniques comme la principale source du développement local. Dans une enquête réalisée en 2002 dans des villages de la province de Bac Kan, seuls 10% des répondants ont attribué l'évolution positive de leur statut économique aux réformes politiques, contre 30% pour les aides financières et le crédit et 50% pour l'adoption de nouvelles technologies (variétés cultivées et techniques de production) (Hoang et al., 2006). Pour accompagner les agriculteurs dans cette dynamique d'innovation, le projet Systèmes Agraires de Montagne (SAM) a testé une large gamme de « solutions techniques » que les agriculteurs pouvaient ensuite adapter et recombinaison selon leurs surfaces de bas-fonds rizicoles, les disponibilités en eau d'irrigation, l'état des ressources sur les pentes (fertilité physique et chimique des sols, biomasse ligneuse, etc., Husson et al., 2004) mais aussi les densités de population et les institutions locales qui régulent l'accès aux ressources. Nous ne détaillons pas ces *techniques de production* qui sont décrites dans PAOPA (2003). Nous concentrerons notre analyse sur les facteurs qui favorisent l'innovation, prise ici comme l'adoption de nouvelles techniques agricoles. Suite au diagnostic préliminaire, nous avons retenu trois principaux facteurs qui ont fait l'objet d'études spécifiques :

- les facteurs biophysiques, liés aux potentialités du milieu pour telle ou telle culture ou technique culturale,

- les facteurs économiques à mettre en relation avec l'ouverture récente à l'économie de marché et la structuration des filières commerciales,
- l'accessibilité, déclinée selon ses dimensions physiques (distances) et sociales (accès aux services), fait le lien entre les composantes biophysiques et socioéconomiques des systèmes agraires. L'amélioration en cours des infrastructures routières et de communication contribue à désenclaver les villages les plus isolés et fait évoluer les conditions d'existence des populations.

De 1999 à 2003, le projet SAM a collaboré à la mise en place d'un réseau d'expérimentation en milieu paysan avec les services agricoles de district et les projets de développement rural intervenant dans la province de Bac Kan. Cette initiative est partie du constat que chaque organisation gouvernementale (émanation provinciale des différents ministères en charge du développement), chaque projet avait mis en place son propre dispositif de parcelles d'essai et de démonstration. Les thèmes abordés (introductions variétales, techniques culturales ou d'élevage, etc.), la couverture géographique et le mode de gestion des différents dispositifs variaient considérablement entre les projets. En 2001, une réunion de concertation organisée sous l'égide du Département de l'Agriculture et du Développement Rural a été l'occasion de mettre en commun l'information disponible sur les différents réseaux d'expérimentation qui couvraient la province. L'ensemble des partenaires a alors convenu que la province disposait là d'un formidable outil de vulgarisation qui n'était malheureusement pas valorisé. Par exemple, la très bonne couverture spatiale et thématique de plus de 1900 parcelles expérimentales mises en place par les différents projets en 2001 permettait de généraliser les résultats d'expérimentations à l'échelle provinciale tout en prenant en compte la diversité des situations locales. Mais l'absence de standardisation et de mise en commun des résultats expérimentaux avait été jusqu'alors un obstacle au transfert d'échelle. Chaque projet conservait le fruit de ses propres travaux. De ce fait, malgré les relations privilégiées que chacun d'eux entretenait avec les services agricoles locaux, l'impact des activités d'expérimentation dépassait rarement le domaine géographique d'intervention des projets (Castella et al., 2004a). Ces résultats de terrain, combinés à une étude géomatique sur la potentialité des terres à l'échelle de la province (Bui et al., 2002) ont permis d'associer à chaque proposition technique un domaine géographique de recommandation, fonction des principaux paramètres biophysiques : sols, topographie, climat.

Bien que des conditions biophysiques favorables soient nécessaires à l'adoption des propositions techniques, elles ne sont pas suffisantes. Les facteurs économiques de leur adoption ont fait l'objet d'études spécifiques menées par des projets partenaires. L'une d'entre elles évaluait les conditions technico-économiques d'adoption d'une alternative technique à la culture sur brûlis grâce au semis direct sur couverture végétale (Morize, 2005). Un travail de modélisation des décisions stratégiques des agriculteurs a montré que, dans la première année d'implantation, ces systèmes diminuent la productivité de la terre et du travail par rapport aux pratiques culturales traditionnelles. Des compensations financières seraient nécessaires, au moins les premières années, pour favoriser l'adoption de ces techniques agroécologiques. De même, l'analyse des débouchés commerciaux et des fluctuations annuelles et interannuelles des prix des différents produits agricoles sur les marchés locaux et sur les marchés nationaux a montré qu'il était essentiel de valoriser l'image des « produits de montagne » pour les rendre compétitifs (PAOPA, 2003). Enfin, une étude, menée conjointement par plusieurs projets, a porté sur le processus d'organisation et de structuration d'une filière commerciale au moment de l'ouverture à l'économie de marché. Sur l'exemple de l'abricot, elle a montré qu'en quelques mois une filière entière pouvait voir le jour, saturer le marché local, entraînant une forte chute des prix, puis rebondir grâce à la transformation des produits et l'ouverture au marché national. La forte capacité d'adaptation aux fluctuations du marché réside dans l'association étroite entre réseaux sociaux et réseaux commerciaux dans une petite économie familiale (Bergeret, 2002).

Nagendra *et al.* (2003), Rasul et Thapa (2003) ont montré que l'accessibilité est un moteur important des dynamiques locales ; elle ouvre de nouvelles opportunités de revenu, permet une évolution des stratégies de production grâce à une meilleure intégration au marché et influence indirectement l'état de l'environnement. A Bac Kan, comme dans beaucoup de régions de montagne, les projets de développement sont plus nombreux dans les zones les plus accessibles et leur impact y est plus grand (Alther *et al.*, 2002). C'est pourquoi la construction de routes est considérée comme l'instrument d'aide au développement avec le meilleur retour sur investissement (Van de Walle, 2002). L'accessibilité favorise les interactions entre facteurs « endogènes » de changement : capacité locale de production, et les facteurs « exogènes » : accès aux ressources et aux marchés influencé par les politiques foncières, économiques et d'aménagement du territoire. Il était essentiel de prendre en compte l'évolution prévisible des relations

espace – temps liée à l'amélioration et à la densification des infrastructures routières dont l'effet sur les dynamiques agraires et environnementales a été décisif ces dernières années et va aller en s'amplifiant à l'avenir (Castella et al., 2005b). Une étude menée sur l'ensemble de la province de Bac Kan a montré que la pauvreté n'était pas toujours là où on la cherchait. Le croisement de données spatialisées sur l'accessibilité, les dynamiques d'usage des terres et des indicateurs socio-économiques ont permis d'identifier des zones de pauvreté intense au sein de territoires relativement riches. Elle a confirmé le passage d'une pauvreté massive et diffuse sur des régions entières à des poches plus localisées et elle a fourni les méthodes pour identifier ces dernières à partir d'outils SIG.

Finalement, les approches thématiques croisées sur les processus d'innovation ont montré que les facteurs hérités de l'histoire du peuplement humain des zones de montagne ont été déterminants au cours de la période qui a précédé les réformes économiques du *Doi moi*. Par la suite les règles d'accès et d'usage des ressources ont été influencées dans une large mesure par les politiques foncières d'attribution individuelle des terres et plus récemment par l'amélioration des réseaux de transport et de communication et la structuration des filières commerciales.

Rencontre entre injonctions institutionnelles et initiatives locales

L'analyse de l'innovation à travers les relations de l'homme à son milieu (civilisation) puis à travers l'adaptation des techniques aux nouveaux contextes de production nous a conduits naturellement à étudier les *techniques d'encadrement*, troisième élément du cadre de réflexion proposé par Pierre Gourou. Un premier volet de cette recherche a consisté en une analyse institutionnelle du système de vulgarisation agricole qui s'est officiellement mis en place en 1993, au sortir de la période collectiviste (Castella et al., 2006c). Le second volet cherchait à comprendre la structure et le fonctionnement des réseaux de communication qui assurent la circulation de l'information technique (Hoang et al., 2006). Ces études ont mis en évidence un modèle pluraliste de vulgarisation agricole. Il combine deux principaux modes de diffusion des connaissances. Le premier, hérité de la période collectiviste, peut être qualifié de : linéaire, vertical, ou descendant. Le transfert d'information entre les différents niveaux hiérarchiques (national, provincial, district, commune, village) du système de planification et de gestion centralisée de l'Etat vietnamien s'effectue grâce à plusieurs canaux de communication fonctionnant en parallèle.

Les messages techniques sont échangés, souvent de manière indépendante, entre représentants des instances politiques (parti communiste), administratives (comités populaires), et techniques (différents ministères), les organisations de masse (mouvements populaires encadrés et soutenus par le Parti : association des femmes, des jeunes, des agriculteurs, des vétérans, etc. réunies sous la bannière du Front de la Patrie). Des connexions sont possibles entre des canaux à chaque niveau, notamment entre les services techniques et les comités populaires qui cofinancent les projets de développement aux niveaux régional et local. Le plus souvent le système de vulgarisation agricole du MADR est considéré comme le principal canal de transfert d'information technique, via ses départements provinciaux, services agricoles de districts et jusqu'aux responsables communaux et chef de village. Mais dans les montagnes, où l'agriculture de subsistance est la principale activité, l'ensemble des opérateurs contribue dans les faits à la vulgarisation agricole, notamment dans le domaine des sciences et technologie, l'environnement et la gestion des ressources, l'aide aux minorités ethniques. Le second mode de communication est, selon le registre choisi, de type: réseau, horizontal, ou participatif. Les approches mises en place par les projets de recherche-développement (R&D) relèvent généralement de cette seconde catégorie. Ils s'appuient sur les réseaux de communication villageois pour favoriser les échanges entre agriculteurs et valoriser les savoirs locaux. Malgré leurs fonctionnements diamétralement opposés, ces deux modes de transfert de l'information technique sont liés. Des relations contractuelles régissent la nature et la fréquence des interactions entre les projets R&D et les services de vulgarisation. Souvent un même agent de vulgarisation peut contribuer aux deux systèmes tout en les maintenant distincts dans sa pratique. Au niveau local, le chef de village constitue le point de rencontre entre ces deux systèmes puisqu'il est au centre du réseau villageois de communication et qu'il est le dernier échelon du canal de transfert technologique. Le diagnostic a révélé que la plupart des problèmes auxquels fait face le système d'encadrement de l'agriculture dans les zones de montagnes trouvent leur origine dans la négation réciproque d'un mode de transfert des connaissances par l'autre. Malgré les partenariats affichés par les projets R&D avec les services de vulgarisation, beaucoup d'entre eux cherchent à se libérer de l'influence des autorités locales pour travailler directement avec les populations locales et faire remonter les préoccupations de la base. Pour les autres, aucun message simple et largement applicable ne peut remonter de la base du fait de la diversité des environnements naturels et humains inhérents aux régions de montagne. C'est sans doute la raison pour

laquelle les agents de vulgarisation sont amenés à compartimenter les activités menées avec leur institution d'origine et celles proposées par les projets R&D qui leur apportent des compléments de revenus appréciables. Certains d'entre eux maîtrisent bien les deux approches pourtant éloignées du point de vue méthodologique : l'une descendante de type planification centralisée et l'autre ascendante, participative, fondée sur la concertation entre niveaux hiérarchiques successifs. C'est sur eux que pourrait reposer à l'avenir une meilleure coordination entre ces deux approches qui se sont longtemps ignorées. Tout comme les agents de vulgarisation, les chefs de village seront amenés à jouer un rôle clé dans la mise en relation des deux systèmes qui garantira à terme l'accès pour tous à l'information technique et aux moyens de la mettre en œuvre (formations, subventions, etc.). Un effort particulier de formation devra développer la capacité des acteurs du développement à combiner un travail en réseau avec un mode linéaire de diffusion de l'information.

Les tenants des deux systèmes d'encadrement de l'agriculture s'accordent sur la nécessaire contextualisation des messages techniques et de l'aide à la décision. Cependant, ni le cadre conceptuel, ni les étapes de la transformation du système actuel vers un nouveau mode d'encadrement plus satisfaisant ne font encore l'objet d'un consensus entre les différents groupes d'acteurs : agriculteurs, développeurs, chercheurs, décideurs politiques. Dans chaque camp des dérives sont dénoncées liées aux tentatives passées de généralisation et d'uniformisation des méthodes de vulgarisation. L'approche diffusionniste qui consistait à dresser l'inventaire des problèmes de développement pour ensuite concevoir les solutions et les appliquer à grande échelle aux populations cibles a montré ces limites, notamment dans les milieux hétérogènes de montagne (Peters, 2001). Selon ce modèle d'encadrement, les populations étaient passives: on pensait les solutions à leur place et on concevait l'avenir pour elles en fonction de critères ou d'analyses qui leur échappaient le plus souvent. Ce qui était jugé bon par les chercheurs et les planificateurs devait l'être aussi pour les bénéficiaires de l'aide au développement. Le monde des chercheurs, celui des développeurs et celui des agriculteurs, avaient finalement peu de choses en commun en dehors des technologies ou des connaissances à vulgariser. Le taux d'adoption par les populations cibles était le principal critère d'évaluation des technologies mises au point par les chercheurs et diffusées par les vulgarisateurs. Or, justement, une évidence s'impose : une grande partie des solutions conçues par les chercheurs ou par les planificateurs du développement ne sont pas

adoptées par ceux et celles à qui elles sont destinées. Et lorsqu'elles sont adoptées, les solutions proposées ne produisent pas toujours les transformations attendues. Si les limites des approches descendantes, caractéristiques du diffusionnisme, sont aujourd'hui largement acceptées, il n'en reste pas moins que la structure linéaire persiste, que les institutions qui la portent détiennent le pouvoir, et qu'il faut composer avec elles. Une perspective diamétralement opposée a consisté à donner la parole aux communautés, et notamment aux plus démunis. Certains assuraient que les paysans pouvaient découvrir eux-mêmes les solutions, sans avoir recours à la recherche. Il suffisait de développer les échanges entre communautés pour diffuser les innovations endogènes. Mais cette approche horizontale de la communication ne répond pas à tous les défis du développement. S'il est vrai que, dans bien des cas, les communautés villageoises peuvent traiter efficacement des problèmes locaux, il reste que, dans de nombreux domaines, l'efficacité des solutions locales dépend de la pertinence de solutions mises en œuvre à un niveau englobant. Les clefs de réplcation des histoires à succès ne sont pas dans la valeur intrinsèque des technologies ou dans les résultats du bricolage local, mais dans le contexte social et politique qui favorise leur émergence et leur épanouissement. En conséquence, la participation érigée au statut de tyrannie ou d'alibi par les projets R&D n'est pas plus pertinente que le transfert de technologie pour répondre aux enjeux actuels du développement (Castella et al., 2003a ; Cooke et Kothari, 2001 ; Quaghebeur et al., 2004).

Jean-Pierre Darré a montré dans son ouvrage sur « l'invention des pratiques dans l'agriculture » qu'au-delà de la valeur intrinsèque des propositions techniques c'est la manière dont les paysans en parlent au quotidien qui assure leur attrait ou leur diffusion. Nous avons cherché à vérifier dans le contexte de notre recherche, si les réseaux locaux de communication jouaient le même rôle dans les montagnes du Vietnam que dans les situations françaises décrites par Darré (1996). Une enquête a été menée sur l'ensemble des ménages (n = 73) d'un village relativement accessible, situé à proximité du centre administratif du district. En complément, toutes les personnes citées au cours des enquêtes pour leur influence sur la communauté villageoises (autorités locales, personnes influentes, agents de vulgarisation, etc.) ont fait l'objet d'entretiens spécifiques approfondis, même si elles ne résidaient pas dans le village. Le questionnaire était organisé en trois parties : l'appartenance à des institutions locales, la position dans le réseau social villageois, et les modes d'accès à l'information technique. Le cercle

relationnel de chaque personne était abordé à l'intérieur et à l'extérieur de chaque famille selon la fréquence et la nature des échanges sous forme de discussions, d'entraide et de conseils. Le recoupement des informations obtenues permettait d'identifier les personnes les plus influentes puis d'évaluer à travers leur récit de vie comment elles avaient acquis leur position au sein de la communauté locale. Des graphiques ont ensuite été produits à partir des matrices croisant le nom de toutes les personnes citées au cours des entretiens (Krackhard et al., 1994). Ils ont permis de visualiser les réseaux de discussion (qui parle avec qui), de demande d'avis (qui demande conseil à qui), et de suivi des recommandations (qui suit les conseils de qui) en matière d'information technique. Les réseaux de parenté et d'influence ont aussi été produits et surimposés aux précédents pour mettre en évidence des relations entre variables. Enfin, les réponses concernant les sources d'information disponibles (médias, associations, formations organisées par les services techniques et/ou les projets R&D, etc.) ont fait l'objet d'une analyse statistique (Hoang et al., 2006). Au-delà de la mise en évidence du rôle central joué par les chefs de village dans la circulation de l'information, cette étude a révélé le processus de marginalisation de certains ménages qui sont mal connectés au réseau local non pas par leur éloignement physique des centres décisionnels mais par leur isolement social. Ces agriculteurs sont souvent de nouveaux venus sans lien de parenté avec les lignages dominants. Ceux qui contribuent peu aux travaux agricoles collectifs car ils disposent de peu de surfaces cultivables pour bénéficier de l'entraide sont mal intégrés à la communauté. Finalement, les opportunités de formation ou de participation aux activités de vulgarisation ne sont pas orientées vers les familles qui en auraient le plus besoin mais vers celles qui sont les plus influentes au sein du réseau social. Cette conclusion n'a rien de nouveau ni d'original au vu des études qui ont déjà traité ce sujet (Rogers, 1983 ; Alther et al., 2002) mais la compréhension des réseaux de communication et de leur fonctionnement apporte des éléments nouveaux pour l'action. En effet, il semble illusoire de promouvoir la lutte contre la pauvreté à travers la participation des « communautés villageoises » lorsque seules les élites participent. Les projets les mieux intentionnés contribuent alors malgré eux à accentuer les inégalités. Cibler les plus pauvres indépendamment des autres membres de la communauté n'a généralement pas plus d'effet car les populations cibles sont, de toute manière, dépendantes des décisions et des actions de leurs voisins plus influents. Il est essentiel que les projets de recherche - développement intègrent ces réseaux locaux et de leurs connexions multiples avec d'autres réseaux sociotechniques situés aux niveaux

hiérarchiques supérieurs. Il s'agit de renforcer la cohésion sociale plutôt que d'aggraver la marginalisation et l'exclusion des franges des plus pauvres de la population. L'augmentation du capital social passe alors par une densification des réseaux, par la création de nouvelles connexions et le renforcement des liens sociaux préexistants (Isham, 2002 ; Pretty, 2003). En conséquence, il est nécessaire de repenser les approches participatives mises en œuvre jusqu'à présent, pour créer les conditions d'un vrai dialogue entre chercheurs, développeurs et paysans ; pour identifier, hiérarchiser ensemble les problèmes, et associer les acteurs locaux à l'élaboration des solutions (Castella et al., 2003a ; Quaghebeur et al., 2004).

Vers une gouvernance territoriale du processus d'innovation

De toute évidence le territoire est un lieu privilégié d'articulation des processus de mobilisation des connaissances scientifiques et de valorisation des savoirs locaux. Partant de ce constat, l'enjeu pour notre projet de recherche était de dépasser les discours convenus et de mettre en acte sur le terrain les principes d'une gouvernance territoriale de l'innovation technique. Nous présentons ci-dessous une expérience qui a valeur de démonstration. Elle a été menée à la suite du diagnostic participatif sur la gestion locale des ressources naturelles dans un village de la commune de Ngoc Phai qui avait conduit au double constat suivant :

- Les techniques alternatives à l'abattis-brûlis, notamment les systèmes de culture sur couverture végétale permanente, n'étaient pas adoptées par les agriculteurs du village dans lequel elles étaient testées par les agronomes du projet. L'insécurité foncière, le surplus de travail à l'installation de la plante de couverture conjugués à l'absence de moyens d'évaluation des effets positifs à court terme contribuaient à réduire l'implication des populations locales dans la démarche du projet. Les agriculteurs les plus pauvres percevaient clairement l'effet négatif de la pratique de l'abattis-brûlis sur le milieu, mais ils avaient d'autres priorités que la lutte antiérosive, notamment assurer leur autosuffisance alimentaire à très court terme.
- Au sortir de la période collectiviste, les troupeaux de buffles et bovins ont été redistribués aux nombreuses familles paysannes qui ont reçu chacune quelques têtes de bétail. Selon leur type d'exploitation, les agriculteurs ont valorisé différentes fonctions du troupeau : la force de trait, l'épargne sur pied ou l'embouche dans une perspective d'élevage marchand. Certaines familles ne disposant

pas de suffisamment de main d'œuvre pour assurer la surveillance de leurs animaux les ont laissés divaguer à la recherche de leur nourriture comme elles le faisaient traditionnellement au cours de la période pré-collectiviste. Mais avec la croissance rapide du cheptel de gros ruminants la pression sur les ressources fourragères s'est progressivement accentuée et a conduit à des conflits entre agriculteurs en raison des dégâts causés par les animaux aux cultures sur pentes.

L'adoption des systèmes de culture sur couverture végétale n'était possible que dans le cadre d'une gestion concertée des ressources fourragères à l'échelle du village. Plusieurs scénarios ont été discutés avec un groupe d'agriculteurs sélectionné pour leur représentativité des différents types d'exploitations présentes dans le village. Le modèle graphique du village a été utilisé comme support de discussion. Une gestion collective des ressources fourragères a été envisagée et ses conséquences pratiques représentés dans les différents compartiments de l'espace villageois : l'extension et la régénération des pâturages dégradés imposaient par exemple des périodes de mise en défens et un accès régulé du bétail aux parcelles collectives. Dans le cas où la protection contre les animaux divagants n'est pas possible cette option imposait une fermeture des parcours ou une surveillance permanente de l'ensemble du cheptel, qui relevait d'une décision collective. Les scénarios de gestion individuelle des ressources fourragères consistaient à allouer individuellement les zones de pâtures collectives pour inciter les agriculteurs à intensifier leur production fourragère, ou plus radicalement à diminuer leur cheptel villageois de moitié. Enfin, chaque exploitation pouvait augmenter sa production fourragère individuellement à partir des résidus de culture et des plantes de couverture introduites dans les systèmes de culture sur pentes et dans les fonds de vallées pendant l'hiver. Cette dernière option entraînait elle aussi un changement des règles locales de gestion des ressources concernant cette fois-ci la vaine pâture pendant la période hivernale. Finalement, seules les options qui s'accordaient avec une gestion individuelle ont été retenues par les villageois (Castella et al., 2006b). Nous avons proposé aux participants de simuler l'adoption individuelle de différentes propositions techniques productrices de fourrage pour évaluer en sortie leur niveau de couverture des besoins alimentaires de leur troupeau.

Exploitant la structuration de l'espace villageois par le relief, un village type de la zone d'étude a été représenté comme un empilement de compartiments correspondant chacun à une zone agro-écologique

déterminée : (i) rizières de bas-fond, (ii) habitations, vergers et cultures pluviales surplombant les rizières, (iii) les parcours et forêts dans les vallées secondaires (Castella et al., 2006b). Ce modèle graphique conserve les proportions réelles des compartiments dans le village et reproduit les voies d'accès qui les rendent communicants (Figure 10). Le langage graphique élaboré avec les villageois permet d'en matérialiser le contenu et les flux (buffles, ressources fourragères, etc.). Les expérimentations réalisées au même moment par l'équipe du projet ont fourni les bases de calcul pour paramétrer un modèle de simulation des ressources fourragères en fonction des changements opérés sur les systèmes d'élevage. Les participants ont positionné leurs propres parcelles dans chaque compartiment du modèle sur une simple feuille de papier. Ils ont sélectionné les innovations qui les intéressaient parmi un panel de sept options techniques qui leur avaient été préalablement décrites en termes de temps d'installation, qualité fourragère théorique, compartiment adapté, période de production, main d'œuvre, etc. A chaque innovation correspondait une couleur de papier cartonné qu'ils collaient sur tout ou partie de leur parcellaire pour marquer l'adoption. La taille du papier était proportionnelle à la surface où ils implantaient la technique choisie. En sortie, la simulation indiquait le nombre de buffles dont les besoins alimentaires étaient couverts pour une période donnée (saison des pluies, hiver).

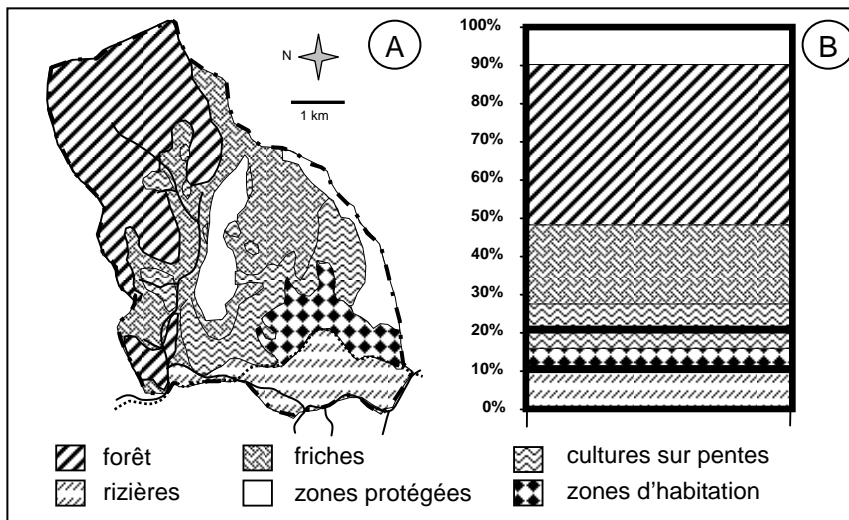


Figure 10. De la carte d'usage des terres (A) au modèle graphique à compartiments (B), voir Martin et al., 2005.

Les participants se sont rapidement appropriés le modèle, reconnaissant leurs propres codes graphiques. La discussion s'est orientée sur les aspects techniques et organisationnels des systèmes proposés. Ils étaient particulièrement intéressés par la valorisation des résidus de récolte et la production d'avoine d'hiver dans les bas-fonds, peu d'entre eux étaient prêts à libérer une surface cultivable pour une production exclusive de fourrage mais 94% des participants ont choisi d'associer une plante de couverture et une culture de maïs. A l'issue de cette séance, les participants ont tenu à tester ces propositions sur de petites surfaces de leur exploitation. Certains d'entre eux ont été accompagnés par l'équipe du projet dans la mise en œuvre sur leurs parcelles des techniques dont ils avaient simulé l'adoption (Martin et al., 2003).

En fournissant d'une part des moyens de compréhension des problèmes liés aux interactions agriculture - élevage et d'autre part des éléments de visualisation et de simulation des différentes alternatives proposées nous avons favorisé la concertation entre acteurs locaux du développement : agriculteurs, développeurs et chercheurs. Le diagnostic fourrager est devenu le point d'entrée de l'analyse du système agro-sylvo-pastoral qui a fourni les clés et la séquence du passage à l'action (Martin et al., 2004). Cependant, le modèle villageois à compartiments n'est dans ce cas qu'un support d'agrégation de processus individuels. Etant donné la faible taille des troupeaux familiaux et la présence de parcours collectifs, l'étape suivante devrait naturellement favoriser une gestion communautaire des ressources. Cependant, cette option a été rejetée catégoriquement par les participants à ce premier exercice de simulation participative. D'abord, parce qu'au sortir de la période collectiviste, les agriculteurs étaient réticents à toute forme de mise en commun des moyens de production (Eguienta, 2000). Ensuite parce qu'ils demandaient qu'on leur démontre la faisabilité des innovations techniques proposées dans le contexte de leur exploitation individuelle. Ils ont posé comme préalable d'analyser pour eux-mêmes les performances et les contraintes des différentes propositions de la recherche. En effet, l'action collective n'est possible que lorsque toutes les parties impliquées mesurent le bénéfice individuel de l'innovation, puis les avantages individuels et collectifs de la coordination (Friedberg, 1992).

La mise en place d'une démarche dialoguée a mobilisé des outils de négociation s'appuyant sur des éléments de représentation spatiale communs aux chercheurs et aux acteurs locaux (Benoît et al., 2006). Pour les agriculteurs qui participaient à l'exercice collectif, les résultats

obtenus, bien que limités, apportaient la preuve qu'ils pouvaient influencer leur propre destin. Pour l'agent de vulgarisation et le personnel d'encadrement de la commune, qui participaient à l'exercice en qualité d'observateurs, les agriculteurs devenaient de vrais interlocuteurs, capables de négocier des modes de gestion des ressources locales, et non plus des adoptants passifs de paquets technologiques. Jusqu'alors les populations locales subissaient des transformations impulsées de l'extérieur et les vivaient comme des changements inéluctables sur lesquels ils n'avaient pas de prise. Nous proposons une prise en charge de l'innovation par les acteurs eux-mêmes dans une démarche d'apprentissage collectif. Les dynamiques locales de changement apparaissaient comme une forme renégociée des alternatives techniques ou organisationnelles proposées au départ (Darré, 1996). Depuis 1998, la politique de décentralisation fondée sur la démocratie « à la base » (*grassroots democracy*) donne un cadre légal aux dynamiques locales de concertation et augmente la légitimité des acteurs locaux comme force de proposition (Geppert et al., 2002). Par ailleurs, les projets de développement prônent la gestion communautaire des ressources renouvelables et les démarches participatives mais ont du mal à sortir des discours convenus pour mettre leurs recommandations en pratique sur le terrain (Neef, 2005). La participation se résume alors souvent à l'application d'une séquence de techniques stéréotypées d'interaction avec les acteurs locaux (cartographie participative, calendrier d'activités, etc.). Elle fait plutôt office d'alibi pour assurer la survie des projets vis-à-vis de leurs bailleurs de fonds plutôt que d'une réelle démarche d'accompagnement des initiatives locales. Bref, le contexte institutionnel est favorable à la mise en œuvre d'une gestion concertée des ressources et des territoires mais les méthodes font encore défaut et des programmes ambitieux de formation des agents d'encadrement de l'agriculture tardent à se mettre en place. Bien que nécessaires, les plateformes locales de gestion des ressources ne sont pas toujours suffisantes pour faire remonter l'information aux niveaux décisionnels supérieurs et influencer les politiques d'appui aux initiatives locales. Nous en avons fait concrètement l'expérience en interrogeant, un an après, les participants à la première réunion. Tous se sont dit satisfaits de leur contribution à l'exercice de simulation et ont convenu qu'ils avaient beaucoup appris. Ils n'avaient cependant pas pu mettre en pratique les acquis au-delà des essais culturels qu'ils avaient implantés sur leurs parcelles. En effet, leur participation à cette expérience collective ne leur avait pas donné la légitimité nécessaire pour interpeller les responsables locaux ou les villageois qui n'avaient pas participé. Ils nous demandaient de convier l'ensemble du village à

ces plateformes de discussion, ce qui était techniquement impossible. Pour que ces expériences de gestion communautaire des ressources aient un impact, il fallait imaginer puis mettre en place les relais institutionnels entre les différents niveaux hiérarchiques. Il fallait aussi éviter, nous l'avons vu, que les élites locales ne capturent ce processus de concertation ascendante au détriment des populations les plus pauvres. Il n'était plus question de techniques d'encadrement mais de gouvernance territoriale.

Les enjeux de recherche se sont progressivement déplacés vers la sphère politique à mesure que nous généralisions les résultats obtenus localement. La conception du territoire a évolué en cours de recherche pour passer de l'espace physique qui structure les interactions entre acteurs et détermine les potentialités agricoles, au support de négociation pour l'accès et la gestion des ressources naturelles, et enfin objet lui-même de la gouvernance à l'interface du local et du régional. L'innovation mobilise à la fois ces trois acceptions du territoire décrites par Caron (2005). Nous avons vu que le lien entre les dynamiques locales et régionales de l'innovation est assuré par de multiples réseaux : d'expérimentation (domaine de recommandation), de transport (accessibilité / isolement), commerciaux (filières et marchés), et sociotechniques (communication, aide au développement). Les territoires sont supports de ressources multiples, en interactions dans l'espace et dans le temps, gérées par des acteurs multiples, eux aussi en interaction. Les réseaux connectent les espaces et les acteurs à de multiples échelles. Leur structure et leur densité déterminent la capacité d'adaptation des systèmes étudiés aux transformations d'origine endogène ou exogène. Nous l'avons montré notamment dans le cas de l'accessibilité, qui distribue dans l'espace les opportunités de développement ainsi que la capacité d'adaptation aux transformations du contexte de production (Castella et al., 2005b). Une meilleure articulation entre territoires et réseaux devrait diminuer les tensions entre dynamiques locales et dynamiques globales du changement et contribuer ainsi au développement durable.

2. Temps, trajectoires et transitions : éléments pour une théorie du changement

*« Il ne faut pas chercher la vérité, mais l'accident,
l'interprétation de la rupture, qui provoque quelque chose de
nouveau » [Michel Foucault]*

Ce qui fait la complexité des systèmes couplés nature – société que nous étudions c'est l'augmentation du nombre de paramètres à prendre en compte lorsque l'on cherche à généraliser, à partir de notre expérience de terrain, pour aller du local au global, du spécifique au général. Non seulement les paramètres sont nombreux, interdépendants, mais ils sont variables selon les lieux et les échelles. Comme pour ajouter à la complexité, l'ensemble est en mouvement et l'expérimentation n'est pas possible « toutes choses égales par ailleurs » car le système évolue constamment, dans une dynamique historique. C'est ce mouvement irréversible que nous cherchons à comprendre à l'interface du naturel et du social. Nous l'avons analysé au chapitre 1.1 sous forme de trajectoires locales de changement dont la résultante peut être observée à un moment donné sous la forme d'un paysage, révélateur d'une accumulation d'événements à la fois dans le temps et dans l'espace. Comme le mouvement relie le temps à l'espace (Aristote), le paysage est aussi révélateur du changement. Le temps est à la fois l'ordre des événements coexistant (ou synchronie) et l'ordre des événements successifs (ou diachronie). Si deux événements ne sont pas simultanés, c'est que l'un a lieu après l'autre – de sorte que d'innombrables événements simultanés semblent se suivre à la chaîne sur la flèche du temps, pour reprendre l'expression de Prigogine. La régularité de certains événements a permis d'établir une référence de durée (calendrier, horloge...) et donc de quantifier le temps, d'en effectuer une mesure. Deux types de temporalité sont généralement distingués : le temps cyclique, des jours, des saisons, etc. qui correspond à une répétition régulière des mêmes phénomènes, et le temps linéaire, celui de l'évolution ou de l'histoire, qui transforme irrémédiablement le système étudié. L'analyse de l'activité agricole combine à la fois le temps rond des pratiques journalières ou saisonnières et le temps long des décisions stratégiques (Gallais, 1984 ; Deffontaines et al., 2000). Sur le temps long, l'évolution des systèmes socio-écologiques est guidée à la fois par des variables rapides, conjoncturelles, comme par exemple une catastrophe climatique, un effet de mode ou de spéculation sur un marché, et des variables lentes, structurelles, comme la dégradation tendancielle des écosystèmes ou de la biodiversité, l'épuisement des

énergies fossiles. La prise en compte de ces différentes temporalités dans un cadre d'analyse commun permet de connecter des comportements individuels et des structures géographiques et au-delà d'identifier et de comprendre les mécanismes du changement. Chaque événement produit une nouvelle situation, résultat de l'interaction entre la situation antérieure, une action et des acteurs. Le système se transforme alors en conservant ses principales caractéristiques, notamment sa structure et ses règles de fonctionnement. Dans ce cas, la permanence n'est pas de l'immobilisme mais plutôt une forme d'équilibre dynamique. Mais il arrive parfois que le changement modifie la nature même du système. Une situation de crise ou une décision politique peut empêcher le système de se reproduire à l'identique. Les règles établies sont remises en question, les relations entre les éléments constitutifs et avec l'extérieur sont transformées pour donner naissance à un nouveau système socio-écologique. Nous appelons « transition » cette phase de recomposition. La notion de transition revêt des caractéristiques différentes selon les disciplines ou les écoles de pensées qui s'y intéressent. Aussi, il est utile à ce stade de présenter les différentes conceptions de ce terme largement polysémique avant de définir plus précisément ce que nous entendons par « transition agraire ».

2.1. De quelles transitions parlons-nous ?

Multiples transitions ou multiplicité des perspectives sur la « grande transition » vers le développement durable

Le concept de transition n'a rien de nouveau. Il trouve ses origines en biologie et plus spécifiquement en dynamique des populations. Dans le domaine des sciences sociales le concept s'est notamment imposé en démographie pour décrire le passage d'un équilibre dynamique fondé sur des taux de natalité et de mortalité élevés à un nouvel équilibre dynamique caractérisé par de faibles taux de natalité et mortalité consécutif à l'amélioration de la santé, de l'alimentation, de l'hygiène, de la qualité de vie des populations. Ce qui est nouveau, c'est l'utilisation que nous en faisons, à la suite de différents auteurs qui s'intéressent au changement global (Martens et Rotmans, 2005), comme outil d'appréhension et de compréhension des transformations profondes qui touchent à tous les secteurs de nos sociétés. Il est évident que les enjeux environnementaux auxquels sont confrontées nos sociétés actuelles sont beaucoup plus complexes que par le passé. Il n'est plus

question par exemple de solutionner les problèmes de pollution ou de déforestation par telle ou telle technologie corrective. Les causalités sont multiples, les acteurs interviennent à différents niveaux hiérarchiques et les frontières traditionnelles des systèmes socio-écologiques se déplacent ou disparaissent. L'ampleur et la rapidité des changements sont liées à la multiplication des connections entre acteurs, entre espaces, entre secteurs de l'économie, de la technologie, etc. et à la mondialisation des échanges. Des changements de diverses natures modifient les institutions, les comportements, les cultures et les croyances. Les phénomènes de coévolution à l'interface nature-société engagent les systèmes socio-écologiques sur différents chemins aux destinations souvent inconnues. L'incertitude inhérente à ce nouveau contexte force à repenser les manières de traiter les problèmes. Loin de contrôler les transformations en cours, on cherche au mieux à influencer leur direction et leur vitesse. On apprend chemin faisant, on s'engage sur de nouvelles voies, on en ferme d'autres. Leur ampleur, leur direction, leur période ne peuvent pas être déterminées à l'avance. Les transitions résultent d'une combinaison d'évolutions lentes et parfois prévisibles tels que la raréfaction de ressources, l'émergence d'innovations majeures, les changements de modes de consommation, de communication et des changements rapides consécutifs aux crises économiques (récession des années 1930, crise pétrolière des années 1970, crise asiatique de 1997, etc.), changements de régimes politiques (révolution française), les guerres, etc. Le concept diffère des notions de rupture, de révolution ou de mutation qui donnent une impression de changement brutal, violent ou même instantané. La transition est définie comme un changement progressif et continu d'une société qui transforme ses caractéristiques structurelles (Rotmans et al., 2001). Les transitions requièrent l'innovation. Les transitions énergétiques : du bois au charbon, puis aux hydrocarbures, et actuellement des énergies fossiles aux énergies renouvelables s'accompagnent de toutes sortes d'innovations à différents niveaux (individuel, institutionnel, politique). Il en va de même pour les transitions entre économie agraire, économie industrielle, puis économie des services et de la connaissance qui touchent à tous les secteurs et tous les niveaux des sociétés concernées. Les transitions peuvent ouvrir la voie à la modernité, au progrès : avec toutes les controverses et les idéologies qui accompagnent ces visions subjectives du développement, mais elles peuvent aussi conduire à l'échec et à l'effondrement des sociétés incapables de s'adapter aux changements inéluctables auxquelles elles ont à faire face (Diamond, 2005). La plupart des transitions passées n'ont pas été initiées intentionnellement mais se sont progressivement imposées. Elles n'ont

pas nécessairement conduit à des situations désirables, notamment en terme d'érosion des ressources, de la biodiversité et plus généralement de dégradation de l'environnement. Aujourd'hui, la capacité à influencer la transition vers un objectif affiché dès le départ : celui du développement durable, est l'un des enjeux majeurs de la recherche internationale (Young et al., 2006). Quels que soient les avis sur cet objectif flou un large consensus s'est dégagé ces dernières années (Conférences de Rio 1992, Johannesburg 2001) sur la nécessité de mettre en acte les discours développés au nom du développement durable (Kates et al., 2005). De nombreuses communautés se mobilisent à l'échelle planétaire pour donner des bases scientifiques à cette nouvelle transition et pour les mettre en pratique sur le terrain. Une caractéristique commune à ces recherches est qu'elles prennent en compte simultanément plusieurs échelles spatiales et temporelles, plusieurs niveaux hiérarchiques et plusieurs composantes du développement : écologique, économique, social, traditionnellement étudiés de manière indépendante par les disciplines scientifiques. Martens et Rotmans (2005) ont proposé d'intégrer ces trois perspectives complémentaires : chronologique, hiérarchique et thématique, dans un même cadre d'analyse de la transition.

La première perspective fait apparaître la transition comme une succession de quatre phases (Figure 11) :

- *pré-développement* : l'innovation est initiée, à titre expérimental ou de démonstration, mais aucun changement n'est encore visible ;
- *décollage* : le processus de changement est enclenché et l'état du socio-écosystème commence à évoluer ;
- *accélération* : des changements structurels sont visibles du fait de l'accumulation de transformations interconnectées entre les différentes sphères du développement : sociales, culturelles, économiques, écologiques et institutionnelles ;
- *stabilisation* : la vitesse du changement social décroît jusqu'à atteindre un nouvel équilibre dynamique.

Dans la période de pré-développement la compétition s'engage dans un contexte défavorable à l'innovation. Le système se structure, les connexions se densifient, pour mieux résister au changement. La phase d'accélération correspond à une période de déstabilisation du système par la montée en puissance des forces de changement. Des tensions et des conflits accompagnent cette phase de déconstruction et de restructuration d'un nouveau système qui est consolidé au cours de la phase suivante de stabilisation.

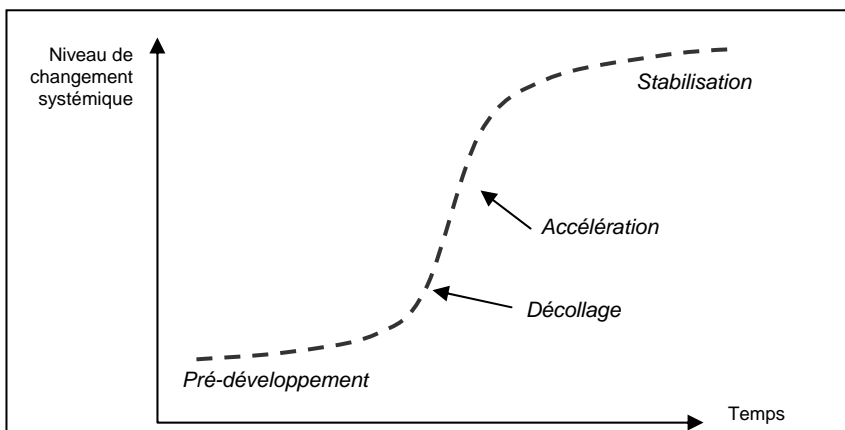


Figure 11. Les quatre phases de la transition (Loorbach, 2002).

La deuxième composante du cadre conceptuel décrit la transition en termes d'interactions entre niveaux hiérarchiques : micro, méso et macro. Au niveau macro, les dynamiques sociales sont déterminées par les changements dans les domaines macro-économiques, de culture politique, de démographie, d'environnement naturel et de paradigmes scientifiques. Ce niveau correspond aux tendances lourdes et aux évolutions lentes de la société. Le niveau méso est celui des normes sociales, des systèmes de pensée, d'intérêt qui sous-tendent les stratégies des organisations et des institutions. A ce niveau les décisions et comportements sont essentiellement consacrées à la gestion, à l'entretien et à la reproduction du système et non pas à sa conversion ou restructuration. Au niveau micro, s'exercent les pratiques locales des acteurs individuels. Les innovations, variations par rapport aux techniques ou normes établies, sont souvent initiées à ce niveau inférieur. Au cours de la phase de pré-développement le niveau méso, aussi nommé « régime », agit comme une contrainte au changement. La stratégie développée consiste à s'opposer aux innovations qui menacent le système sociotechnique existant. La phase de décollage démarre lorsque des perturbations initiées au niveau micro convergent avec celles du niveau macro. Les changements locaux reçoivent le soutien des politiques et sont renforcés par les décisions prises au niveau macro, ou à l'inverse une initiative au niveau macro trouve un écho favorable auprès des populations locales. Dans la phase d'accélération le régime favorise l'émergence et la structuration du nouveau système en investissant du capital humain, social, écologique, financier, etc. Le

régime change sous l'effet des pressions ascendantes, descendantes ou de sa propre initiative. Mais il devient instable du fait des éléments perturbateurs du nouveau régime qui entrent en compétition avec l'ancien. Enfin, les trois niveaux se renforcent mutuellement entraînant des changements rapides et irréversibles. Dans la phase de stabilisation, le nouveau régime qui s'est installé est capable de résister à de nouveaux développements. On retourne à l'équilibre dynamique caractéristique de la phase de pré-développement, état initial pour une nouvelle transition.

La perspective thématique met en relation les deux précédentes avec les trois piliers du développement durable : écologique, économique et social (Griffon, 2006). Martens et Rotmans (2005) représentent le système socio-écologique comme un triangle dont chaque pointe correspond à l'un des piliers et la surface du polygone correspond à la quantité de capital : écologique, économique et social, dont dispose le système (Figure 12). La transition peut être représentée schématiquement comme l'évolution entre un état initial et un état final correspondant à une diminution du capital total répartie équitablement sur chaque pilier (1), une croissance du capital total par substitution d'une ressource par une autre (hydrocarbures contre travail par exemple) (2), enfin une augmentation du capital total par renforcement des trois piliers (3).

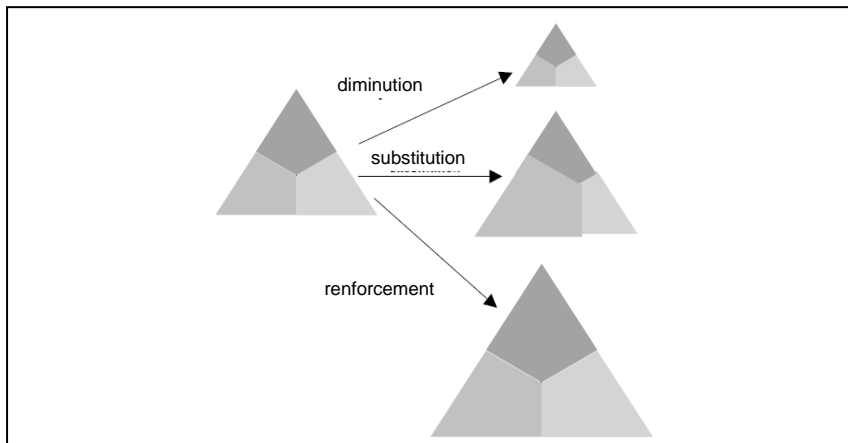


Figure 12. Evolutions des piliers du développement durable au cours de la transition (Martens et Rotmans, 2005).

Les auteurs décrivent alors les principales étapes du développement des pays industrialisés. La première phase correspond à un prélèvement des ressources naturelles pour assurer l'alimentation de sociétés primitives. Les écosystèmes naturels sont ensuite transformés par l'activité agricole avec une augmentation rapide des effets négatifs sur l'état des ressources naturelles par pollution, déforestation, érosion des sols et de la biodiversité. Les taux de natalité et de mortalité sont encore élevés. Les disponibilités en aliments, énergie et eau sont essentielles à ce stade pour assurer la transition démographique. Les autres facteurs clef sont l'éducation et les niveaux de revenu. La phase suivante correspond au passage d'une économie fondée sur l'agriculture à une économie fondée sur le développement industriel grâce aux infrastructures et à la densification du réseau de transport. Cette transition économique augmente encore la pression sur le capital écologique conduisant à des processus de dégradation irréversible des ressources naturelles. La santé humaine s'améliore grâce aux conditions d'hygiène et de vie favorables et la mortalité continue de décroître. A l'étape suivante l'économie industrielle se transforme en économie de services et de l'information. L'utilisation de l'énergie et des ressources naturelles devient plus efficace, la prospérité économique et sociale favorise le tourisme, et la pression sur l'environnement tend dans certains cas à se stabiliser. Un nouvel équilibre est atteint entre naissance et décès, qui tend à stabiliser la population. La transition écologique est marquée par le passage d'une expansion agricole à une intensification agricole. L'impact des activités humaines sur le changement climatique devient alors perceptible, du fait des sécheresses, inondations et tempêtes qui croissent en fréquence et en intensité et menacent ces sociétés. Ce modèle de développement mêle différents types de transition peut être illustré par de nombreux pays aujourd'hui industrialisés. Mais cela ne signifie pas pour autant que les pays en voie de développement passeront par les mêmes étapes. Nous avons vu que ces transitions sont largement déterminées par des contextes institutionnels et politiques. Les dynamiques de changement s'accroissent dans les pays en voie de développement du fait d'une pression internationale qui n'existait pas au moment où les pays industrialisés ont atteint les mêmes stades. Cependant, certains pays ne sont pas encore passés par des phases de transition qui leur permettraient de se développer dans l'économie globale actuelle.

La Figure 13 schématise les différentes transitions comme des rouages d'un mécanisme global de changement. Des dynamiques rapides se combinent avec des dynamiques lentes. Selon les cas elles peuvent se renforcer mutuellement ou se bloquer, accélérer ou ralentir le processus

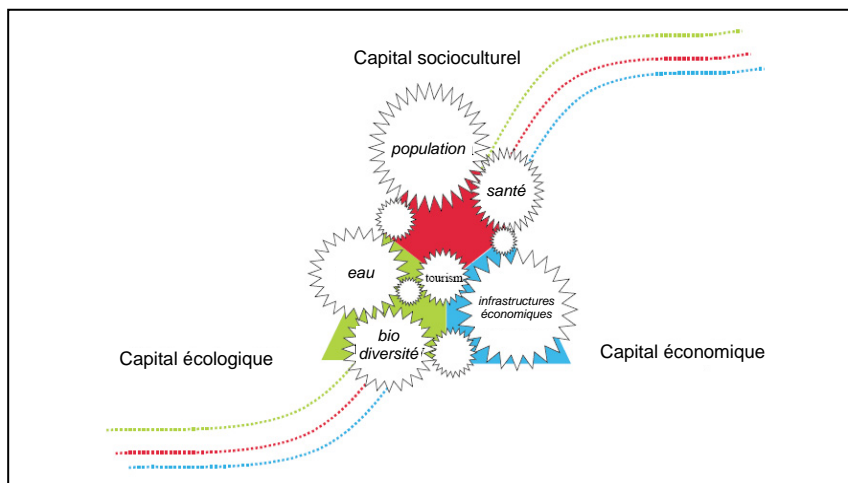


Figure 13. La grande transition vers le développement durable comme résultante de transitions sectorielles (Martens et Rotmans, 2005).

de développement. Il est important de garder à l'esprit cette métaphore des multiples rouages du mécanisme de transition. Les études thématiques sur les différentes composantes de la transition (économique, agricole, forestière, etc.), elles mêmes complexes, pourront ensuite être mises en perspective au niveau de complexité supérieur : celui de la transition vers le développement durable. En effet, ce sera sans doute une clef pour l'action environnementale.

Transitions forestières et dynamiques environnementales

La transition forestière est l'une des premières transitions à avoir été conceptualisée et documentée de manière empirique dans le domaine environnemental (Rudel et al., 2005). A partir d'études historiques menées dans plusieurs pays d'Europe (Danemark, Suisse, France, etc.), Alexander Mather a proposé un modèle d'évolution du couvert forestier au cours du développement de ces pays industrialisés (Mather, 1992 ; Mather et Needle, 1998). Rudel (2001) décrit le même type de dynamique environnementale aux Etats-Unis. Les surfaces forestières décroissent rapidement dans un premier temps jusqu'à atteindre un seuil : le point de transition, après lequel une augmentation plus lente du couvert boisé est observée (Grainger, 1995 ; Rudel, 1998). La présence de forêts est généralement considérée comme un gage de bonne santé

des écosystèmes. Cependant des démonstrations scientifiques ne sont pas systématiquement avancées à l'appui de discours généralisant qui se sont rapidement imposés chez les environnementalistes et décideurs politiques. La relation entre la présence de forêt et la qualité et les disponibilités en eau par exemple font l'objet de controverses selon les points de vue et les échelles privilégiées par les chercheurs (Walker, 2003 ; Calder et Aylward, 2006). L'augmentation de la biomasse ligneuse liée à celle des surfaces forestières contribue par ailleurs à la séquestration du carbone. Malgré l'intérêt de cette fonction écologique de la forêt, son rôle sur le réchauffement global reste bien dérisoire au regard des quantités de carbone émises par le métabolisme des sociétés industrielles (Giampietro, 2003). De même, les discours sur l'impact de la transition forestière sur la biodiversité doivent être nuancés car s'il y a bien régénération d'un couvert boisé on ne retourne jamais à la situation d'origine, ni en terme de diversité spécifique ni en terme de surfaces forestières. Les programmes de plantation forestière induisent de nouvelles formes de biodiversité (Lugo, 1997). Il en va de même pour la reforestation, qui correspond à la régénération spontanée d'une formation ligneuse secondaire sur des terres durablement déforestées. La transition forestière peut être perçue comme une évolution positive à la fois en termes d'environnement et de développement. En effet, l'hypothèse élaborée à partir des trajectoires historiques de pays industrialisés pose le développement du secteur industriel comme un préalable à la transition forestière. Le cadre théorique qui en est issu décrit correctement les étapes successives de la « grande transition » introduite ci-dessus (Mather et Needle, 1998). L'expansion agricole, poussée par la croissance démographique, s'achève lorsque la main d'œuvre agricole quitte la terre, attirée par de nouveaux emplois dans l'industrie naissante. La diminution du nombre de travailleurs agricoles associée à l'exode rural entraîne une augmentation des salaires agricoles, ce qui diminue la compétitivité des exploitations les moins productives. Les terres marginales sont alors abandonnées à la régénération forestière. Plusieurs auteurs ont rapproché ce modèle de transition forestière d'un modèle théorique proposé initialement par Simon Kuznets pour représenter l'évolution des inégalités de développement en fonction de la croissance économique (Mather et Needle, 1999 ; Mather et Fairbairn, 2000 ; Rudel, 1998 ; Ehrardt-Martinez et al., 2002). La version environnementale de la courbe de Kuznets est une courbe en « U » renversée avec en abscisse une variable indiquant la croissance économique (le PIB d'un pays par exemple) et en ordonnée une variable indiquant un degré de dégradation de l'environnement (taux de pollution ou déforestation). Appliquée au taux

de couvert forestier cette théorie produit une courbe en « U » qui ressemble à celle de la transition forestière lorsqu'on remplace l'axe du temps en abscisse par une variable économique. Ce cadre théorique fait l'objet de controverses car l'hypothèse selon laquelle la reforestation serait inéluctable à partir d'un niveau donné de développement économique conduirait les décideurs politiques à se désintéresser des questions environnementales. Ils concentreraient leurs efforts sur la croissance économique considérant que les phénomènes de dégradation de l'environnement seraient automatiquement corrigés une fois passé le seuil de la courbe. Il est bien évident que la réalité n'est pas aussi simple malgré l'intérêt heuristique de ce modèle et les démonstrations apportées par les études historiques menées sur les pays industrialisés. Leur développement était fondé sur la disponibilité en énergie fossile bon marché qui a permis d'une part l'intensification agricole, et a diminué d'autre part le rôle de l'agriculture dans la croissance économique grâce au développement d'autres secteurs (industrie, manufacture, services). La crise énergétique liée à la raréfaction des hydrocarbures ainsi que les risques environnementaux liés à l'effet de serre remettent aujourd'hui en cause ce modèle de développement. Il serait simpliste de chercher à le reproduire dans un contexte en tout point différent de celui de l'Europe du 19^e siècle. Par ailleurs, d'autres hypothèses peuvent conduire au même constat d'une diminution tendancielle de la pression sur les ressources forestières avec la croissance économique (Sunderlin et al., 2005). Par exemple, (1) l'augmentation de la productivité agricole diminue le prix des produits agricoles et par suite la rentabilité des zones marginales de production, (2) la création d'emplois non agricoles augmente les coûts d'opportunité du travail qui sinon serait utilisé aux défrichements, (3) l'augmentation des revenus et de la qualité de vie accroissent la conscience environnementale, enfin (4) une fois les arbres d'intérêt commercial ont été prélevés les forêts présentent moins d'intérêt pour les entreprises forestières. Cette dernière hypothèse renvoie à une autre proposition selon laquelle la transition forestière serait liée à une augmentation du prix des produits forestiers consécutif à la raréfaction des forêts. Les plantations deviendraient alors économiquement viables dans les zones marginales par rapport à l'activité agricole ou le maintien de pâturages.

Rudel et al., (2005) ont testé ces différentes hypothèses à partir d'une base de donnée de la FAO sur les dynamiques forestières de 139 pays pour au cours des années 1990. Ils ont identifié deux principales caractéristiques des courbes en « U » de la transition forestière. Tout d'abord, la perte de forêts au cours de la phase descendante de la courbe

est supérieure à l'augmentation des couverts boisés de la phase ascendante dans une proportion moyenne de 2 pour 1. Ce ratio, visible sur la Figure 14, est une caractéristique commune à tous les pays pris en compte par la FAO sur la période 1948-1990. D'autre part, l'augmentation des couverts boisés commence à excéder les pertes en forêts denses (point d'inflexion T de la Figure 14) lorsque les proportions de forêts sont déjà très basses au niveau national (Figure 15). La droite de régression suggère que les transitions forestières ont eu lieu à des taux croissants de couverts forestiers nationaux. Ce résultat tend à différencier les processus anciens de transition concernant notamment les pays européens et les processus plus récents de la seconde moitié du 20^e siècle. Les auteurs ont classé les pays selon leur trajectoire d'évolution des couverts forestiers au cours des années 1990. Parmi eux deux groupes sont décrits en termes de transition forestière. Le premier groupe correspond à des pays européens (Grèce, Irlande, Portugal) où le manque de main d'œuvre rurale lié à un développement économique rapide conduit à une déprise agricole dans les zones marginales. Le second groupe rassemble des pays asiatiques (Bangladesh, Chine, Inde) pour lesquels la raréfaction des forêts conjuguée à l'augmentation de la demande de bois a fait augmenter les prix et a accru la rentabilité des plantations forestières. On assiste par ailleurs dans ces pays là à une prise de conscience environnementale suite à des évènements catastrophiques d'inondation. De grands programmes de replantation ont ainsi été initiés ces dernières années en Chine (Zhang et al., 2000).

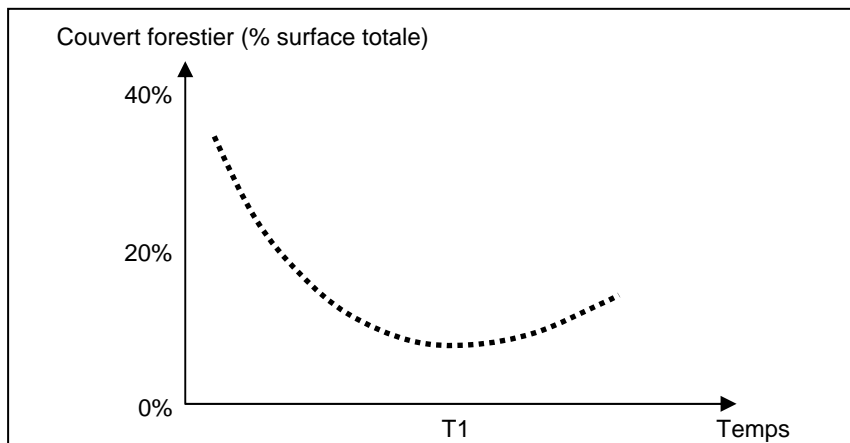


Figure 14. La transition forestière.

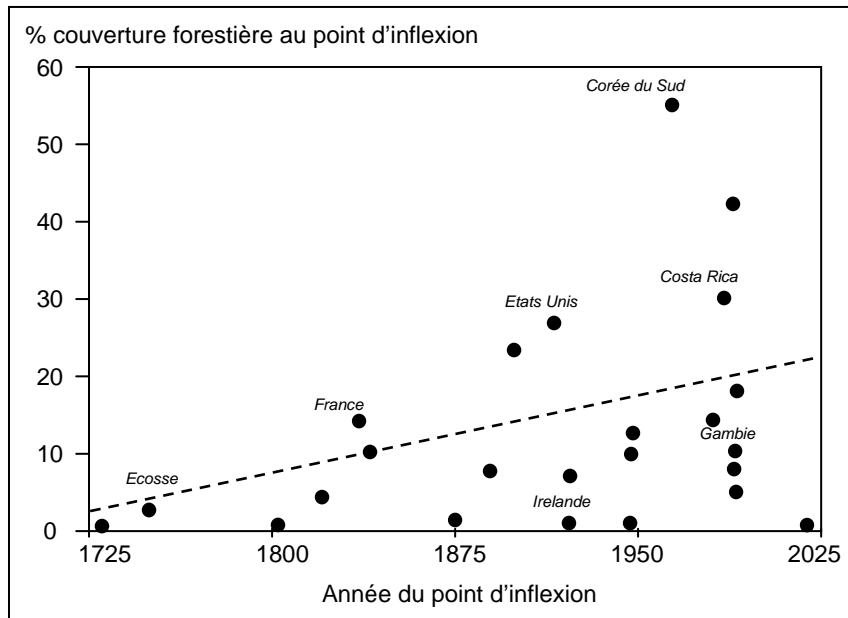


Figure 15. Couverture forestière au point d'inflexion de la courbe de transition (Rudel et al., 2005).

Mais les trajectoires forestières ne conduisent pas systématiquement à la transition identifiée dans les deux cas précédents, même lorsque les surfaces de forêts deviennent très limitées. Rudel et al., (2005) ont identifié trois autres types de trajectoires conduisant à un processus d'intense déforestation non suivi d'une phase de régénération :

- Piège de la pauvreté (Ethiopie, Haïti, Togo). Les agriculteurs ne trouvent pas à s'employer hors du secteur agricole car le tissu industriel ne se développe pas au niveau national. En l'absence de développement technologique ou d'investissement en capital la productivité de la terre stagne et l'expansion agricole est le seul moyen d'assurer la subsistance d'une population rurale croissante.
- Guerres et conflits armés (Burundi/Rwanda, El Salvador, Sierra Leone). Les conflits mettent à mal l'autorité de l'Etat, notamment en mesure de protection des espaces protégés. Des forêts anciennes sont alors exploitées pour alimenter l'effort de guerre. Une relative régénération forestière est observée sur des terres abandonnées par les populations en raison des violences et de l'absence de sécurité, par exemple sur les zones de mines anti-personnelles.

- Expansion des marchés économiques dans de larges domaines forestiers (Brésil, Cameroun, Indonésie). Les riches forêts tropicales n'ont pas vécu de transition forestière au cours des années 1990 car elles sont considérées par les élites nationales et régionales comme une source inépuisable de revenu. Aussi, il est particulièrement difficile de mettre en œuvre des politiques de conservation dans un tel contexte. Les quelques forêts secondaires laissées à la régénération ou replantées sont bien loin de compenser les pertes engendrées par l'abattage des forêts denses.

Finalement le modèle initial de transition forestière fondé sur les trajectoires historiques de raréfaction de la main d'œuvre agricole dans les pays industrialisés s'est enrichi d'une nouvelle trajectoire adaptée au contexte des pays en voie de développement. La raréfaction des couverts forestiers serait à l'origine d'une politique économique et environnementale destinée à induire un processus de transition. Elle associe selon les cas conservation, régénération et replantation.

La simplicité de la courbe en « U » lui procure une indéniable valeur heuristique. Elle a fait avancer les débats scientifiques et les a portés à l'échelle du changement global. Cependant ce cadre théorique n'est pas suffisant pour en déduire des politiques qui induiraient une transition forestière dans les pays où elle n'a pas eu lieu. Les hypothèses sur les mécanismes de changement demandent à être validées à partir de nouvelles recherches empiriques menées à différentes échelles. En Asie du Sud-Est, le Vietnam illustre bien le phénomène de transition forestière. Meyfroidt (2005) a daté au début des années 1990 le point d'inflexion d'une courbe de transition (Figure 16), c'est-à-dire au moment des réformes économiques du *Doi moi*. L'enjeu des recherches menées au Vietnam est aujourd'hui de confirmer qu'il s'agit bien du seuil de la courbe en « U » puis d'étudier les conditions qui ont présidé à la transition. A partir du cas du Vietnam, nous cherchons à tirer des enseignements sur la manière d'influencer les trajectoires de développement des pays voisins de l'Asie du Sud Est vers une éventuelle transition forestière.

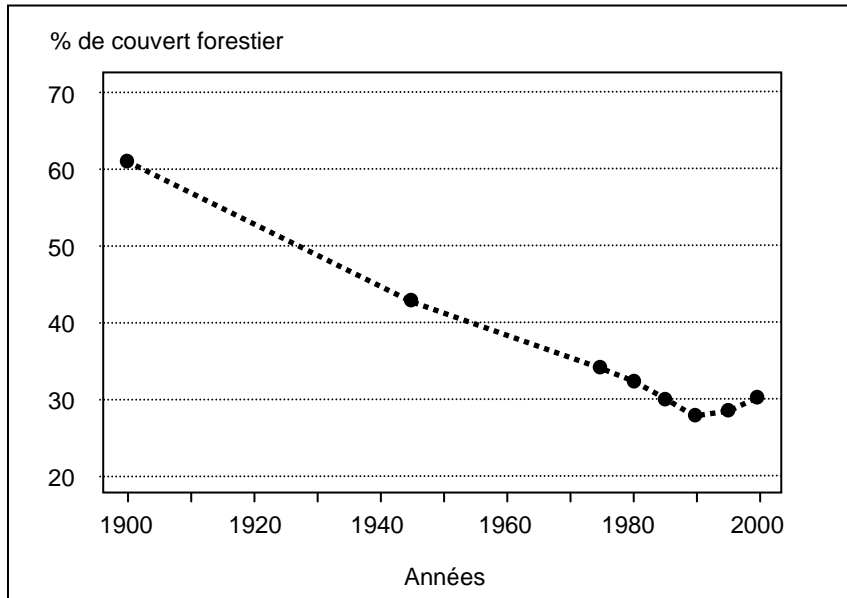


Figure 16. La transition forestière au Vietnam (Meyfroidt, 2005)

Transitions agraires et recomposition des territoires ruraux

Au Vietnam différentes transitions sont intervenues de manière concomitante au début des années 1990, et se sont mutuellement renforcées de sorte qu'il est difficile d'établir précisément les relations de causalité. La politique de contrôle des naissances (limitation à deux enfants par famille) commençait à porter ses fruits au moment où la croissance économique impulsée par l'ouverture à l'économie de marché améliorait l'accès aux services de santé. Tous les ingrédients de la transition démographique étaient donc réunis. Les réformes politiques du *Doi moi* ont marqué le passage d'une planification centralisée à une économie socialiste de marché. L'Etat vietnamien a joué un rôle majeur dans les transformations qui ont touché tous les secteurs de la société (Kerkvliet et Porter, 1995; Bergeret, 2002). L'agriculture a connu un essor considérable à la fois en termes de volume de production et de productivité du travail agricole (Marcours et Swinnen, 2002). De même les autres secteurs de l'économie sont en plein développement et le taux de croissance du PIB national est l'un des plus élevés d'Asie du Sud Est. La pauvreté diminue de manière continue, la société vietnamienne se transforme et le pays améliore sa position internationale selon les

critères du développement humain (World Bank, 2003). Bref, sur la décade 1990 de nombreux indicateurs sont passés du rouge au vert et le pays est dit « en transition ». Mais s'agit-il de la « grande transition » évoquée plus haut sur le modèle des pays industrialisés, d'une transition politique vers un modèle capitaliste telle que l'ont vécue les pays du bloc soviétique après la chute du mur de Berlin (Swinnen et Rozelle, 2006), d'une « version asiatique » de la transition forestière, guidée par les dynamiques agraires, la raréfaction des ressources et les dégradations environnementales, ou encore d'une trajectoire de développement singulière, spécifique au Vietnam ? Ce que nous appelons transition agraire est sans doute un peu de tout cela. C'est pourquoi la comparaison entre la trajectoire vietnamienne et celles d'autres pays (industrialisés, asiatiques, ex-communistes, etc.) devrait nous permettre de faire la part des singularités et des éléments généralisables. Ce faisant nous préciserons le concept de transition agraire en combinant différents points de vue disciplinaires et cadres théoriques en économie politique, géographie, agronomie, écologie, etc.

Le Vietnam appartient à la majorité de pays pour lesquels le développement économique s'est fondé sur l'agriculture, au moins dans un premier temps. Les pays industrialisés sont passés d'une agriculture taxée, support du développement des autres secteurs économiques, à une agriculture partiellement subventionnée pour l'entretien d'aménités ou de productions en pertes de vitesses face à la mondialisation, ce qui n'est pas, ou pas encore, le cas du Vietnam. Généralement, les dynamiques agraires jouent un rôle moteur de la transition dans les autres domaines : politiques, économiques, écologiques, etc. C'est pourquoi le terme de transition agraire est décliné de manière différente selon les disciplines qui s'y intéressent. En économie politique le terme est défini comme « *un changement profond de l'économie et de la société qui accompagne le développement du capitalisme* » (Byres, 1996). Akram-Lodhi (2004) souligne l'influence (1) de la différenciation de l'accès aux moyens de production (terre, main d'œuvre et capital), (2) du changement technique, (3) des modifications de l'organisation du travail (mobilisation de la main d'œuvre) et des relations de production, (4) du processus d'accumulation favorisé par l'évolution des systèmes de production, et enfin (5) les politiques rurales qui à la fois émergent de ces transformations et les induisent. La libéralisation du marché des produits agricoles, la possibilité de commercialiser les surplus de production et d'accumuler du capital ont encouragé dans un premier temps les petits agriculteurs à augmenter la productivité de la terre par un investissement accru en main d'œuvre.

L'auteur montre que cette tendance a été renforcée par l'allocation individuelle des terres qui a motivé un investissement accru en travail : passage à deux puis trois cycles de riz annuel selon les régions. La création d'un marché foncier n'a pas entraîné de disparités importantes d'accès à la terre au cours des années 1990. Les échanges et locations de terres compensent tant bien que mal l'émergence d'une classe de paysans sans terre. La différenciation entre paysans se joue essentiellement sur les techniques de production avec d'une part des agriculteurs qui se sont enrichis grâce à la production intensive en capital de cultures à forte valeur ajoutée et, d'autre part, une majorité d'agriculteurs qui sont restés sur des productions essentiellement rizicoles, intensives en travail, sur de petites surfaces. Les premiers ont sensiblement amélioré leur productivité du travail et ont diversifié leurs sources de revenu. Certains d'entre eux atteignent un niveau d'accumulation de capital suffisant pour investir dans des activités rurales non agricoles. On retrouve là des évolutions déjà observées dans les pays voisins, en Thaïlande par exemple, dans les années 1980. Les bailleurs de fonds internationaux : Banque Mondiale, PNUD, Banque Asiatique de Développement, prônent tous une diversification des productions agricoles et la création d'entreprises et d'emplois non agricoles en milieu rural comme voie d'intégration au marché mondial et socle de développement de l'économie nationale (World Bank - ADB, 2002). Ce modèle de développement conduit à une sorte de contradiction car il doit à la fois améliorer la productivité agricole et diminuer la part de l'agriculture dans l'emploi rural. Il y a trop de mains dans l'agriculture mais le processus d'industrialisation du pays tarde à employer ce surplus de main d'œuvre (Rigg, 2001). Il faudrait que l'agriculture fasse émerger elle-même des emplois non agricoles en milieu rural sur le modèle Chinois. L'appui des bailleurs de fonds et les investissements de l'Etat vont naturellement vers les paysans les plus riches, qui sont les mieux placés pour accompagner ce processus. Malheureusement, cette politique accroît les inégalités entre les différentes classes d'agriculteurs. Ceux qui se perçoivent aujourd'hui comme les laissés-pour-compte de la transition agraire commencent à se faire entendre et les conflits se sont multipliés ces dernières années (Glewwe et al., 2004).

Si la pauvreté décroît à l'échelle nationale (passage de 58% à 37% entre 1992 et 1998), les disparités de développement s'accroissent entre régions du Vietnam et le taux de pauvreté augmente sensiblement dans les zones marginales de montagne (estimations 1998-2010 : passage de 15 à 4% dans le delta du Fleuve Rouge et de 28 à 34% dans les

montagnes du Nord). Outre les conflits latents, tels ceux qui ont eu lieu en 2001 entre représentants des minorités ethniques et migrants à la recherche de nouvelles terres dans les collines du Centre, la pauvreté est considérée comme l'une des principales sources de dégradation de l'environnement. En effet, l'incidence de la pauvreté se superpose correctement avec les zones de déforestation intense sur les cartes. La réaction des décideurs et des bailleurs de fonds face à ces « dommages collatéraux » de la transition agraire est de mettre en œuvre des politiques correctives de lutte contre la pauvreté et de préservation de la forêt. Mais, là encore, la relation causale entre ces deux paramètres du développement durable n'est pas établie et il est essentiel de comprendre les processus, de décomposer les mécanismes impliqués dans la déforestation avant de tirer des enseignements pour l'action et de mettre en place de nouveaux modes de régulation. Pour ce faire, nous avons recours à un autre cadre théorique bien connu, qui décrit l'effet de la croissance démographique sur l'évolution de la production agricole. La transition agraire est aussi décrite par une courbe en « U » avec en abscisse les densités de population et en ordonnée une variable d'état des ressources naturelles, biomasse forestière par exemple. La partie descendante de la courbe correspond à une évolution de type malthusien (Figure 17).

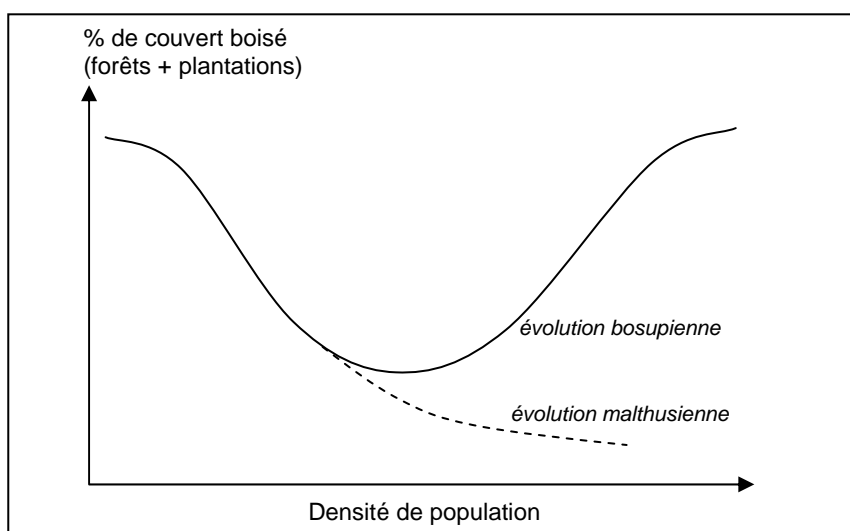


Figure 17. Schéma de transition agraire par passage de l'expansion agricole à l'intensification.

L'augmentation de la population rurale entraîne un accroissement de la pression sur les ressources, une expansion agricole associée à la déforestation et finalement une dégradation irréversible des ressources et un appauvrissement généralisé conduisant à des famines et des migrations. La partie ascendante de la courbe correspond à une évolution de type bosrupien, du nom de l'auteur de l'ouvrage « The conditions of agricultural growth » (Boserup, 1965) qui considère à l'opposé de la thèse de Malthus, que dans les pays non industrialisés la croissance démographique pousse à l'innovation et peut par conséquent être favorable, dans certaines conditions, à l'intensification agricole et à la préservation des ressources (Tiffen et al., 1994). Appliqué aux zones de montagne du nord du Vietnam, ce cadre théorique peut apporter des éléments d'explication aux processus historiques décrits au chapitre 1.1. La déforestation et la situation de famine des années 1980 correspondraient à une évolution malthusienne alors que la régénération forestière qui a fait suite à l'allocation individuelle des terres de rizières et de forêts s'inscrirait dans une logique boserupienne d'intensification de l'agriculture dans les bas-fonds rizicoles. Dans les zones de montagne, le processus d'intensification a été beaucoup plus spectaculaire dans les rizières que sur les pentes. Grâce aux variétés améliorées et autres techniques de la révolution verte les agriculteurs sont passés d'un à deux cycles de riz annuel et ils sont incités par des subventions à ajouter un cycle hivernal de pomme de terre ou autres cultures maraîchères. Finalement, cette évolution tend à confirmer « l'hypothèse de Borlaug », énoncée par Angelsen et Kaimowitz (2001) en hommage à Norman Borlaug, l'instigateur de la révolution verte, selon laquelle les innovations techniques destinées à améliorer la productivité des terres les plus fertiles seraient le meilleur moyen de lutter contre la déforestation. En effet, l'intensification des rizières de bas-fonds, d'abord en travail puis en capital, a clairement contribué à améliorer la productivité du travail agricole (Erout et Castella, 2004). Encouragé par l'allocation individuelle des terres de forêts, ce processus d'intensification a diminué la pression sur les terres de pentes pour les familles qui avaient accès aux terres de bas-fonds (Castella et al., 2006a). Si les systèmes de culture sur brûlis perdurent c'est sans doute parce qu'une partie des agriculteurs n'ont pas accès aux terres fertiles. Parmi eux on trouve les ethnies minoritaires qui ont été évincées du partage mais aussi les jeunes générations d'agriculteurs qui n'ont pas reçu suffisamment de rizières en héritage et/ou qui ne trouvent pas à s'employer dans le secteur non agricole. Au-delà des questions foncières, les raisons de la persistance de l'agriculture sur brûlis alors que les densités de population ont dépassé le seuil de viabilité de ces

systèmes¹⁶ sont à rechercher dans les interactions complexes entre systèmes intensifs et extensifs aux échelles locales. Dans des écosystèmes fragiles, les pratiques agricoles extensives répartissent le risque et font partie des stratégies anti-risques (Eldin et Milleville, 1999). Par ailleurs, les différents modes de reproduction de la fertilité sont en interactions dynamiques à l'échelle du terroir, à travers les différents flux de biomasse, flux directs ou à travers le bétail (Lavigne-Delville et al., 2004). Les mécanismes écologiques de régénération de la fertilité jouent sur l'ensemble des facteurs de reconstitution des aptitudes culturales des sols alors que les solutions agronomiques classiques (mécanisation, fumier, engrais) ne jouent que sur certaines d'entre elles, et souvent à un coût plus important. La structure de l'espace pose des questions d'équilibre entre surfaces cultivées et surfaces non cultivées, via la possibilité de nourrir les troupeaux, de produire de la matière organique, d'organiser les transferts de fertilité d'une portion de l'écosystème vers les autres. Les pratiques d'entretien de la fertilité ne peuvent donc se comprendre en dehors des structures d'exploitations agricoles et des stratégies de production d'une part, et de l'environnement économique et institutionnel d'autre part. Enfin, les fonctions non agricoles de la jachère : apport de ressources fourragères, bois de feu, plantes médicinales, appropriation foncière, etc. contribuent largement à sa persistance malgré une pression foncière croissante. Finalement, la thèse boserupienne d'un gradient d'artificialisation du milieu est partiellement remise en cause par la coexistence au sein de mêmes territoires ou d'exploitations agricoles de modes de gestion culturale extensifs et intensifs ; ni la forêt ni la jachère ne disparaissent complètement ni partout. Les voies d'intensification de l'agriculture, compatibles avec une « agriculture durable », apparaissent variées et hétérogènes (Floret et Serpantié, 1993 ; Milleville et Serpantié, 1994 ; Landais, 1998) ; et ne remettent pas en cause l'existence de systèmes extensifs.

Au Vietnam, et plus généralement en Asie du Sud-Est, expansion agricole et intensification sont survenues de manière simultanée, contrairement au cadre théorique proposé par la courbe en « U - Malthus-Boserup » selon lequel ces deux processus devraient se succéder dans le temps (De Koninck, 2003). Pour expliquer ce phénomène, nous faisons l'hypothèse que ces dynamiques se sont bien relayées dans le temps, mais sur des espaces et à des échelles

¹⁶ Estimé selon les lieux et les auteurs entre 20 et 40 habitants par km² (Conklin, 1954 ; Mazoyer et Roudart, 1997 ; Dufumier, 2004 ; Ducourtieux, 2006).

différentes. Nous avons vu par exemple que les réformes foncières des années 1990 ont contribué au déplacement du front de déforestation des montagnes du nord vers celles du centre Vietnam. Des logiques d'extensification et d'intensification coexistent encore alors que la transition est bien engagée, et seront certainement amenées à se maintenir. Pour mieux comprendre les interactions entre ces deux processus nous les avons étudiés à l'interface des deux entités spatiales : bas-fonds et pentes (topographie), rizières et cultures sur brûlis (pratiques culturelles), ou centre et périphérie (organisation sociale et sphères de pouvoir) selon le registre utilisé. Le modèle centre – périphérie, décrit au chapitre 1.1 pour un terroir villageois, se retrouve au sein des communes entre villages à dominante « bas-fonds » et villages à dominante « pentes », avec les mêmes répartitions du pouvoir local et les mêmes structures spatiales que celles présentées au niveau hiérarchique inférieur, entre exploitations individuelles et communauté villageoise. De même le modèle centre – périphérie est valide à l'échelle des districts et de la province de Bac Kan (Castella et Dang, 2002 ; Brabant et al., 2004) et au niveau national (Vu et Taillard, 1994 ; Epprecht et Heinemann, 2004). Bruneau et Marcotte (1991) l'ont documenté dans sa dimension historique à l'échelle de l'Asie du Sud-Est. Le même type de relations que celles décrites au niveau de terroirs villageois de montagne existe entre les zones irriguées des grands deltas asiatiques (Chao Phraya en Thaïlande, Irrawaddy au Myanmar, Fleuve Rouge et Mékong au Vietnam, etc.) et les zones marginales de montagne qui les entourent. Historiquement les mêmes processus d'intensification et d'expansion agricole ont été à l'œuvre entre : « bas-fonds – rizières – centre » et « pentes – brûlis – périphérie » à toutes les échelles : village, commune, district, province, bassin du Fleuve Rouge, Asie du Sud-Est (Figure 18). En effet, si l'on considère à chacune des échelles que l'on est en présence d'un système fermé, c'est-à-dire dont l'agriculture est destinée exclusivement à couvrir les besoins de la population qui l'habite, et composé de deux sous-systèmes (centre – périphérie), l'hypothèse de Borlaug peut être considérée comme valide. L'ampleur et la vitesse de la déforestation dépendent des interactions entre le développement agricole d'un centre à fort potentiel par rapport à une périphérie de moindres potentialités où se concentrent les forêts. Le processus de conversion des terres agricoles est fonction de leur fertilité, de la distance au centre et des critères locaux d'efficacité économique de Von Thünen¹⁷. La civilisation rizicole du delta s'est structurée autour

¹⁷ La théorie de von Thünen (1826) a pour objectif d'expliquer la localisation des activités agricoles autour des villes avant la révolution industrielle.

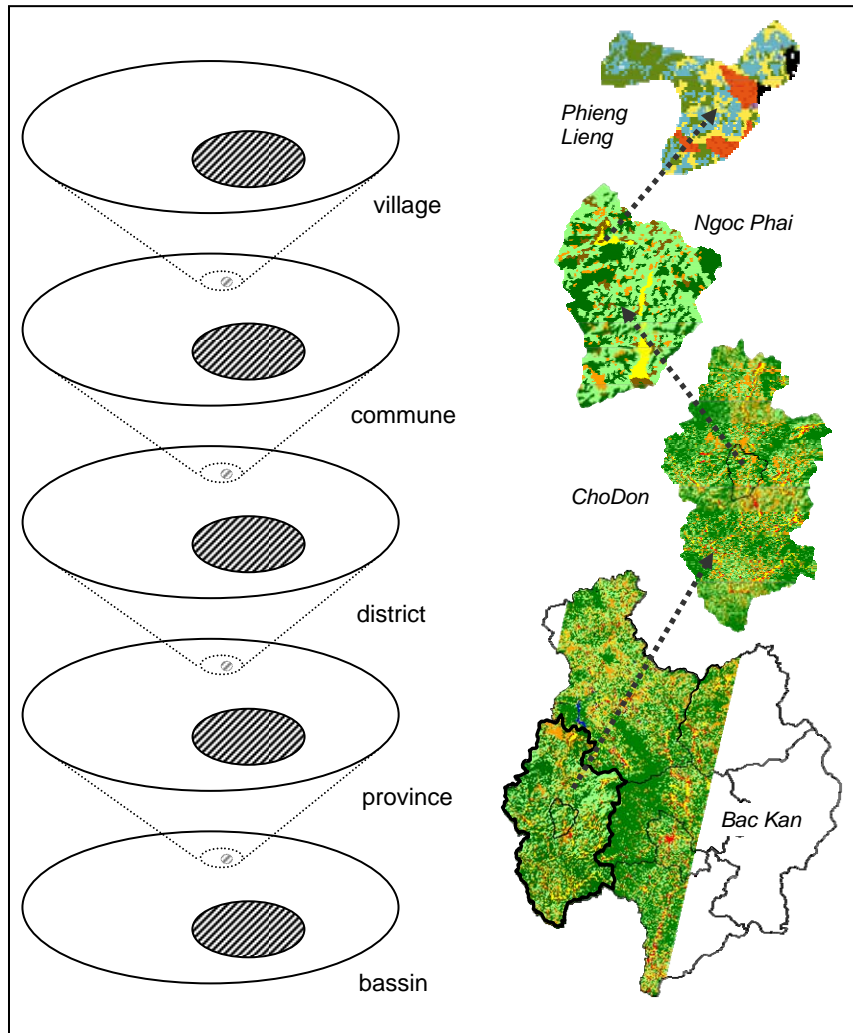


Figure 18. Interactions multiscalaires « centre – périphérie ».

du contrôle social de l'eau d'irrigation, permettant un accroissement des rendements et l'alimentation d'une population croissante. Les densités de population restaient faibles dans les piémonts forestiers et les systèmes de culture itinérante sur brûlis n'étaient pas associés à une quelconque déforestation. Dans les années 1960, au moment de la collectivisation de l'agriculture, des migrations massives ont été organisées depuis les provinces surpeuplées du delta vers les

coopératives nouvellement créées dans les zones de montagne (Schaeffer-Dainciart, 1998). Des routes ont été ouvertes pour désenclaver les zones reculées. Outre le désengorgement du « centre », le transfert de population vers la « périphérie » avait pour objectif de former les populations des montagnes aux techniques de la révolution verte (Greenland, 1975) et d'assurer une augmentation des rendements des systèmes rizicoles de bas-fonds. La distinction entre le modèle de développement rizicole intensif dominant et les systèmes marginaux sur brûlis existait à tous les niveaux de gestion de la production agricole par les coopératives : province, district, commune, village. Les brûlis étaient officiellement interdits et ceux qui les pratiquaient étaient marginalisés, exclus d'un système économique qui reposait avant tout sur la riziculture irriguée. Par ailleurs, les paysans étaient exclus de la forêt dont l'exploitation revenait à l'Etat. Selon cette conception du développement agricole, l'expansion agricole s'organisait autour de l'aménagement de nouvelles terres de bas-fonds et de l'intensification agricole d'un centre qui occupait progressivement tout l'espace favorable à la riziculture. Le résultat agrégé de ces processus décalés dans le temps et dans l'espace explique la concomitance des phénomènes d'expansion et d'intensification agricole.

En réalité les choses ne se sont pas exactement passées selon le plan initial car le système collectiviste n'est pas parvenu à satisfaire les besoins alimentaires d'une population croissante à partir des bas-fonds. A Bac Kan, les conditions biophysiques et les dysfonctionnements des coopératives n'ont pas permis d'atteindre les niveaux de rendement du delta sur les seulement 2% de terres aménagées en rizières. L'exploitation paysanne des ressources forestières et les systèmes sur brûlis se sont développés marginalement dans un premier temps, puis de façon massive dans les années 1980, entraînant une crise environnementale majeure. De même, Grainger et al., (2003) ont montré à partir d'un modèle centre - périphérie appliqué à la Thaïlande et aux Philippines que les relations entre dynamiques agraires et déforestation sont complexes. Aux Philippines, l'augmentation de la productivité agricole permise par la révolution verte sur la période 1960-1990 (250 %) était supérieure à la croissance des besoins de la population (220%). En Thaïlande l'augmentation des rendements (+ 21% entre 1975 et 1989) n'a pas suivi la croissance démographique (+32%). Pourtant la déforestation n'a pas été plus intense en Thaïlande contrairement à l'hypothèse de Borlaug selon laquelle l'intensification agricole des zones à fort potentiel réduirait l'expansion agricole et en conséquence la déforestation dans les zones de périphérie. L'ouverture au marché des

zones marginales et l'introduction de nouvelles cultures de rente (maïs, manioc, etc.) semble avoir eu un effet plus important sur la déforestation que l'intensification des terres rizicoles à fort potentiel. Dans ces deux pays, le développement d'une agriculture d'exportation est largement responsable des processus récents de déforestation. Il en est de même pour le Vietnam qui est devenu en quelques années l'un des premiers exportateurs de café, de caoutchouc, de crevettes etc., produits d'exportation largement responsables de la déforestation au niveau national, sans parler des causes non agricoles de déforestation (De Koninck, 1997). L'hypothèse d'un système fermé, fondé sur une agriculture de subsistance, ne tient plus dans ces contextes là. De plus, en Thaïlande la transition industrielle et urbaine du « centre », le delta de la Chao Phraya, a privé le secteur agricole de main d'œuvre. L'intensification de l'agriculture en capital était destinée à compenser l'absence relative de main d'œuvre agricole. Ces transitions n'ayant pas encore eu lieu au Vietnam, l'agriculture dispose de trop de bras, ce qui s'est traduit par une intensification en travail dans les rizières et une expansion des brûlis. La transition agraire vietnamienne, initiée par la crise économique et environnementale des années 1980, évolue selon une trajectoire spécifique, différente de celles des pays voisins (Rigg, 2006). Elle peut cependant tirer des enseignements de l'histoire agraire de ces pays pour accompagner sa propre transition, notamment en ce qui concerne l'intensification des interactions entre centre et périphérie par la densification des réseaux de transport, d'échanges, de communication, d'innovation (Cramb, 2005).

2.2. Mesurer, analyser et accompagner les transitions agraires

Les cycles d'expansion agricole - intensification passent par des phases de recomposition profonde des pratiques locales sur les ressources et l'environnement, des territoires, et des modes de gestion sociale appliqués à ces ressources et à ces territoires. Nous appelons transitions agraires ces phases de mutation du contexte dans lequel s'élabore la production agricole (Castella, 2005). L'analyse du contexte dans lequel émergent ces transitions remet en cause la linéarité des relations entre dynamiques agraires et dynamiques environnementales telles qu'elles sont suggérées par les cadres théoriques présentés ci-dessus. Nous sommes bien en présence de systèmes complexes qu'il convient d'aborder comme tels avec les outils et les méthodes des sciences de la complexité.

Mesurer le changement technique

Mesurer le changement en période de transition relève de la gageure. En effet, tous les paramètres évoluent en même temps, dans de nombreuses directions, avant de se stabiliser lorsqu'émerge un nouveau régime. L'idée de transition suppose que le référentiel de mesure lui-même soit modifié au cours de la période de tâtonnement et d'apprentissage qui l'accompagne. Aussi, il est particulièrement difficile de faire la part de ce qui est raisonnable ou relève de la normalité de ce qui sort de ce domaine et pourrait être considéré soit comme une erreur de mesure soit comme les prémisses d'un nouveau régime technologique (Berkhout, 2002). Face à ces contraintes méthodologiques la solution est sans doute de s'intéresser à la permanence (dans le temps) et aux régularités (dans l'espace) avant de s'intéresser au changement et aux singularités. Les éléments les plus stables sont certainement les caractéristiques biophysiques du milieu, et c'est pourquoi nous commençons généralement par elles. La topographie, la géologie, les sols, le climat déterminent en grande partie la répartition spatiale des ressources et les potentialités agricoles. Ces éléments de la géographie physique guident les processus de colonisation humaine. Les dynamiques agraires peuvent se mesurer à travers l'évolution des paysages. Ainsi, les outils de télédétection et de traitement de l'image (photographie aérienne et image satellite) se sont rapidement imposés ces dernières années à côté des méthodes plus classiques de cartographie pour l'étude des changements de couverture et d'usage des sols. La parcellisation de l'espace sous forme d'une grille est largement utilisée. Elle permet, entre autres, de valoriser ou de s'adapter aux supports pixelisés fournis par les capteurs numériques. La résolution, ou la taille des cellules, est liée à celle fournie par les capteurs mais elle peut varier par agrégation des cellules en fonction de l'échelle d'analyse considérée. Ces dernières années, de nombreuses recherches en géomatique ont été consacrées aux questions de classification des pixels en différentes catégories d'usage du sol selon leur signature spectrale. Au-delà de l'automatisation de certaines tâches de la cartographie, l'utilisation de grilles a permis de mesurer le changement comme une différence de classes entre deux dates pour chaque cellule. Une matrice de transition devient support d'analyse de la quantité, de la qualité et de la localisation du changement d'état des cellules. Dans le contexte de la province de Bac Kan, ces méthodes nous ont confrontées à deux types de problèmes. Le premier concerne l'incertitude sur la classification des pixels. En effet la signature spectrale d'un même couvert végétal varie selon les saisons.

De plus, les risques de confusion sont grands dans des systèmes à jachère car l'on trouve une mosaïque de couverts végétaux à des stades de croissance variés. Aussi, la relation entre une couverture du sol et un usage est très difficile à établir. Nous avons traité ce problème en référence aux éléments de permanence du paysage que sont les rizières dans les bas-fonds et les forêts relativement préservées sur les reliefs. La topographie a fourni une clef de classification entre deux classes stables, et la distance aux lieux de résidence en a fourni une autre liée à la diminution de l'intensité culturelle à mesure que l'on s'éloigne des maisons. Le second problème était de représenter des trajectoires d'évolution de cellules sur les quatre années de la période de transition pour laquelle nous possédions des images satellites : 1990, 1995, 1998, 2001. La comparaison entre cartes prises deux à deux ne posait pas de problème mais la prise en compte de quatre dates multipliait le nombre de trajectoires et imposait de catégoriser les trajectoires pour en réduire le nombre. Plutôt que de créer une carte représentant des trajectoires de cellules nous avons choisi de catégoriser les villages en fonction de leur structure spatiale et d'analyser les trajectoires d'évolution des villages entre les dates successives. Nous avons ainsi analysé les régularités entre villages, unité de gestion des ressources, plutôt qu'entre cellules, ce qui avait peu de sens étant donné les nombreuses incertitudes accumulées dans le processus d'élaboration et de comparaison des cartes (classification, calage des cartes entre dates, etc.) (Verburg et al., 2004b). L'agrégation par classe d'usage des sols sur l'ensemble de la zone d'étude conduisait à des données du type de celles utilisées pour élaborer les courbes en « U » de la transition forestière. Nous avons pu ainsi estimer la date de transition à 1995 pour le district de Cho Don (Castella et al., 2005e). Les analyses statistiques réalisées sur ce jeu de données ont montré d'autre part l'influence majeure des dynamiques agraires sur la couverture forestières. Ces changements sont d'autant plus importants qu'entre 1990 et 2001 ils ont concerné plus de 50% du territoire ce qui est exceptionnel si l'on compare à d'autres régions du monde elles aussi en transition (Pontius et al., 2007).

Pour comprendre les ressorts locaux des dynamiques agraires il faut changer de registre d'intelligibilité, selon les termes de Couty (1984), c'est-à-dire passer du registre du régulier à celui du singulier. Les études monographiques, grâce à l'observation directe, l'histoire, la discussion avec les agriculteurs, l'encadrement, les anciens, cherchent à établir des relations de causalité entre les phénomènes biologiques, techniques et sociaux observés, à caractériser des pratiques, à mettre en évidence des

logiques différentes, à éliciter¹⁸ des savoir locaux. Les méthodes d'enquêtes ouvertes se révèlent précieuses par leur capacité d'adaptation à des environnements incertains et changeants. « *L'investigation est menée par des esprits non prévenus, non partisans a priori d'hypothèses ou de procédures trop nettement formulées* » (Couty, 1984). Le chercheur démêle progressivement l'écheveau des tendances lourdes et des intrigues locales, met en relation les éléments du système socio-écologique et les informations susceptibles de l'éclairer sur les ressorts du changement. L'enjeu de la généralisation est ensuite d'identifier des régularités dans le temps et dans l'espace à partir de ces études monographiques qui se sont concentrées sur des trajectoires historiques uniques et le singulières. Plusieurs manières de procéder sont proposées par différents auteurs selon les points de vue qu'ils privilégient. Ainsi, par exemple, l'établissement de typologies de systèmes de culture, d'exploitations agricoles et d'agro-écosystèmes villageois permet d'analyser non seulement la diversité régionale des modes d'exploitation du milieu mais renseigne également sur l'évolution de ceux-ci. Elles constituent de ce fait un moyen approprié pour étudier le fonctionnement, l'extension spatiale et la dynamique des systèmes agraires. Aux différentes échelles (parcelle, exploitation, village) la diversité rend compte de la dynamique, la synchronie est mise au service de la diachronie, la géographie au service de l'histoire. Les situations observées sur le terrain sont abordées comme l'état d'un système socio-écologique complexe à un stade donné d'une trajectoire évolutive. Les tenants de l'agriculture comparée procèdent par analogie entre études de cas de manière à les replacer dans un cadre théorique d'évolution des agricultures du monde (Mazoyer et Roudart, 1997 ; Dufumier, 2004). L'analyse des conditions de reproductibilité des systèmes de production, des phases de crises et de reconfiguration des systèmes apportent des éléments de ressemblance entre les trajectoires qui permettent de les associer dans un modèle commun d'évolution (Cramb, 2005). Plus récemment des études ont abordé la même question à partir d'une recension bibliographique sur des recherches empiriques réalisées dans le monde entier (Geist et Lambin, 2002 ; 2004). Les analyses de métadonnées menées sur des problèmes environnementaux bien circonscrits (déforestation, désertification) combinent une approche quantitative, lorsque les chiffres sont disponibles, et qualitative, sur la

¹⁸ Eliciter est utilisé ici au sens d'extraire ou acquérir de la connaissance d'une personne. L'hypothèse en sciences cognitives étant qu'une personne ne peut exprimer sa connaissance spontanément, les chercheurs se servent de diverses techniques d'élicitation (interview, mise en situation, zonage à dire d'acteur, ...) pour « capturer » et spécifier la connaissance des personnes.

base des discussions et conclusions tirés par les auteurs des nombreux articles et ouvrages scientifiques pris en compte dans l'analyse. Cette démarche présente des biais évidents soulignés par les auteurs mais elles ont le mérite de valoriser des connaissances dispersées, disparates et fragmentaires pour porter à l'échelle de la planète l'analyse de phénomènes environnementaux majeurs. Enfin, Couty (1984) décrit un processus d'induction immédiate capable de généraliser des études de cas singulières. Ce processus est fondé sur « *le principe de parcimonie, selon lequel les formes d'organisation sont en nombre limité, dans l'espace et dans le temps. [...] Cette induction n'est légitime et ne peut réussir que si l'attention la plus intense est accordée à ce qu'il y a de singulier, de distinctif, dans les manifestations de l'objet. [...] Elle n'a pas besoin de cas réitérés ou de propositions multiples. [...] Elle saisit l'universel dans le particulier, dans la mesure où toute notion réfléchie, virtuellement réitérable à l'infini, implique un caractère d'universalité* ». Elle est opposée à « *l'induction amplifiante qui consiste à étendre aux éléments d'une catégorie ce qui est vrai pour plusieurs d'entre eux, et dont l'extrapolation statistique à partir de sondages aléatoires forme un cas particulier et privilégié* ».

Finalement ces différentes formes de généralisation d'études de cas se rejoignent dans la pratique des chercheurs. L'analyse du changement est ancrée dans une connaissance simultanée du contexte historique, des tendances d'évolution, des potentialités, des référents théoriques sur les agricultures du monde, et enfin des situations locales singulières et parfois contradictoires. Les recherches récentes sur les dynamiques agraires font appel à une combinaison d'approches descendantes et ascendantes. Les premières sont fondées sur les échantillonnages larges, recensements, analyses statistiques et cartographie régionale alors que les secondes sont issues de collections d'études monographiques sur des sites sélectionnés grâce aux connaissances acquises à partir des premières. L'enjeu scientifique est de développer une compréhension des dynamiques régionales d'usage des terres qui s'inscrive dans une analyse des logiques et des pratiques locales de gestion des ressources. Les démarches mises en œuvre dans ce sens sur notre terrain au Vietnam font l'objet de la partie 3.

Analyser les transitions

Pendant longtemps, les approches empirico-inductives descendantes et ascendantes étaient supportées par des disciplines ou des écoles de pensées différentes avec, par exemple, les géomaticiens d'un côté et les

anthropologues de l'autre. Elles ont évolué de manière largement indépendante. L'intégration de ces démarches et méthodes d'investigation, qui relèvent de paradigmes scientifiques différents, fait aujourd'hui l'objet de nombreuses recherches (Liverman et al., 1998 ; Fox et al., 2003, Overmars, 2006). Cependant elles ont encore beaucoup de mal à se donner un cadre théorique commun qui permettrait de les assembler de manière cohérente pour l'analyse des transitions agraires. Depuis quelques années, un effort de conceptualisation est développé par le groupe « Resilience Alliance » de manière à transcender les clivages disciplinaires et appliquer une démarche hypothético-déductive aux transformations des systèmes socio-écologiques (Gunderson et Holling, 2002 ; Berkes et al., 2003). Les chercheurs ont pris soin de redéfinir une série de concepts issus de différentes disciplines de manière à les appliquer aux systèmes couplés natures - sociétés. Parmi eux on trouve la résilience, la vulnérabilité, l'adaptabilité et la capacité de transformation (ou transformabilité). En écologie, la *résilience* est la capacité d'un écosystème à maintenir son intégrité en dépit des perturbations (Holling, 1973) ; en physique, c'est la résistance d'un matériau à un choc ; en psychologie c'est la capacité intrinsèque d'un individu à retrouver un état d'équilibre – soit son état initial, soit un nouvel équilibre – qui lui permette de fonctionner après un traumatisme ou en présence d'un stress continu (Cyrlunik et Seron, 2004). Une phrase célèbre de Nietzsche résume cette notion : « Ce qui ne tue pas rend plus fort. ». La résilience est le résultat de multiples processus de résistance à des trajectoires négatives. Le système se réorganise tout en maintenant ses principales fonctions, structures, et son identité. Le concept d'adaptation remonte aux recherches sur l'évolution des espèces par Darwin. Par extension, l'*adaptabilité* se réfère à la capacité d'un système à changer en réaction aux transformations de son environnement. Le changement peut résulter d'un long processus de coévolution par essai - erreur, de l'aptitude du système à l'auto-organisation ou encore de modifications intentionnelles par l'action des acteurs sur les paramètres de résilience du système. Cette notion met en avant la réactivité du système et sont aptitude au changement alors que la résilience insiste plutôt sur la résistance et le retour à un équilibre ou à un domaine de stabilité équivalent au précédent. La *vulnérabilité* caractérise des situations où le système ne peut se maintenir qu'au prix de transformations structurelles ; sinon il disparaît (Young et al., 2006). Les caractéristiques d'un système dynamique en interaction avec son milieu peuvent être exprimées à différentes échelles spatiales et temporelles, différents niveaux hiérarchiques, et selon différentes perspectives : environnementales, sociales, économiques, psycho-

logiques, etc. Elles peuvent s'appliquer aussi bien aux éléments du système complexe (sous-systèmes) qu'au système dans son ensemble ; on parle alors de *transformabilité*. Cette notion implique la recherche de nouveaux domaines de stabilité en changeant les variables, et souvent aussi l'échelle à laquelle le système est défini (Walker et al., 2004).

Aux différentes échelles, l'évolution d'un système complexe est décomposée selon des phases successives d'un cycle adaptatif : croissance rapide et exploitation (r) ; accumulation et conservation de la structure, durant laquelle la résilience tend à décliner progressivement (K) ; crise (destruction créative, Ω) ; renouveau et réorganisation du système au cours de laquelle émerge de nouvelles structures (α) (Figure 19). Parmi les variables utilisées pour rendre compte des dynamiques observées, les auteurs distinguent, d'une part des variables à évolution rapide, parfois conjoncturelles, liées par exemple au marché ou aux politiques publiques (allocation des terres, subventions à l'intensification des bas-fonds, programmes de reforestation, etc.) et d'autre part, des variables à évolution lente, tendancielle, associées aux transformations des caractéristiques biophysiques des zones de production (pluviométrie, érosion des sols ou de la biodiversité).

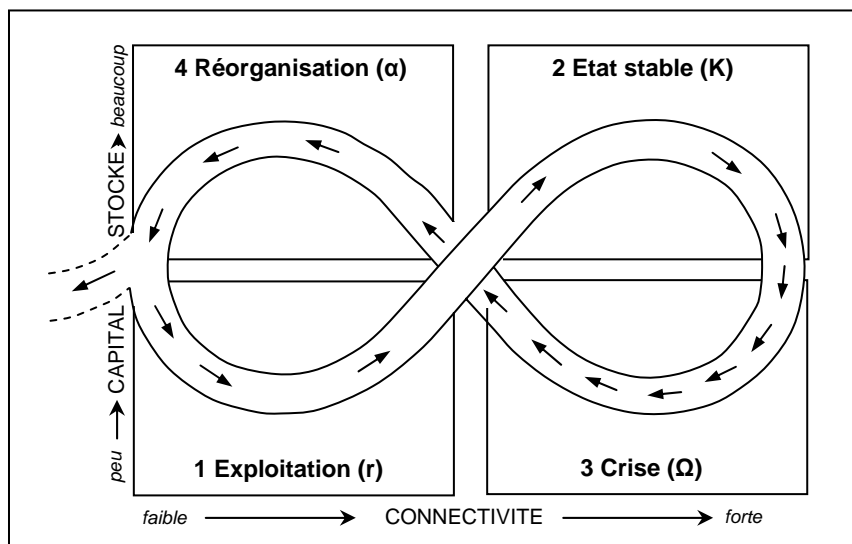


Figure 19. Les phases successives du cycle adaptatif (Gunderson et Holling, 2002).

Les dynamiques d'action (r et K) et de rétroaction (Ω et α) du cycle adaptatif correspondent respectivement à des phases d'accroissement de la productivité et de maintien de la viabilité du système (Walker et al., 2002). Si l'on reprend l'histoire de la collectivisation de l'agriculture selon ce cadre théorique, au cours des premières phases (r et K) la priorité était donnée à l'investissement dans l'intensification des zones de bas-fonds grâce aux méthodes de la révolution verte. Les groupes sociaux qui avaient accès aux zones aménageables en rizières se sont renforcés et l'organisation de la production s'est hiérarchisée avec la création des coopératives. En se structurant le système a progressivement perdu en flexibilité. Il a évolué, à la recherche d'une efficacité accrue, par la mise en valeur des zones de pente au détriment de la forêt. Mais il perdait en résilience du fait de l'évolution négative de variables lentes, comme par exemple l'appauvrissement des recrues forestiers, des sols, de la biodiversité, et des populations de montagne, avec l'allongement des cycles de culture et la réduction des périodes de jachère. Dans la deuxième phase du cycle adaptatif (Ω et α), le système est entièrement remis en question et peut faire place à la nouveauté. Les réformes qui ont accompagné la décollectivisation de l'agriculture illustrent les transformations profondes du système de production collectiviste. Entre pratiques locales et politiques publiques, entre auto-organisation et actions intentionnelles, un nouvel équilibre socio-écologique émerge, qui assure une certaine flexibilité en matière de gestion de la production. La superposition de cycles adaptatifs dans différents domaines et à différentes échelles enclenche la « grande transition » et ses phases successives de : pré-développement, décollage, accélération et stabilisation. Le système évolue rapidement par l'introduction d'innovations. Ce faisant il peut rentrer dans un cercle vertueux de sortie de crise, comme dans un cercle vicieux qui mène potentiellement à la faillite du système ou de certains de ses composants. Ainsi, nous avons vu que certaines populations font figure de laissés-pour-compte du processus d'ouverture au marché et de redistribution des moyens de production (terres, buffles, etc.) au sortir des coopératives. De tels cycles peuvent être identifiés à différents niveaux hiérarchiques de gestion de la production agricole : depuis l'exploitation et le village, jusqu'à des entités territoriales plus englobantes. Les multiples interrelations entre niveaux hiérarchiques font que les évolutions observées à un niveau donné sont largement dépendantes de dynamiques observables aux niveaux inférieurs et supérieurs.

La capacité à se transformer d'un système socio-écologique dépend de sa position par rapport à son bassin d'attraction (Walker et al., 2004). Cette notion issue du concept d'équilibre dynamique en écologie (DeAngelis et Waterhouse, 1987) correspond à un domaine de l'espace des états du système dans lequel il montre une relative stabilité. La transition peut être visualisée sur la Figure 20 comme le passage du système d'un bassin d'attraction à un autre ; d'un régime à un autre pour employer la terminologie de Berkhout (2002). Les perturbations écologiques ou anthropiques, les décisions des acteurs, modifient constamment l'état du système et peuvent aussi changer la forme des bassins d'attraction ; par exemple, différentes combinaisons de surfaces agricoles, biomasse herbeuse et ligneuse, et nombre de buffles à l'échelle du village. Produit d'une coévolution sur le temps long, d'un événement brutal, ou d'un projet intentionnel de transformation, chaque bassin d'attraction peut être élargi de manière à augmenter le domaine de viabilité du système, ou approfondi de manière à augmenter sa résilience, c'est-à-dire l'intensité de la perturbation nécessaire pour que le système change de régime. Certains bassins peuvent être considérés comme plus désirables que d'autres par les acteurs opérant à différents niveaux. Plutôt que de tendre vers un état optimal du système, ils cherchent par une gestion adaptative (Holling, 1973 ; Jiggins et Röling, 2000 ; Folke et al., 2002 ; Olsson et al., 2004) à maintenir le système dans un domaine de viabilité ou à lui éviter d'évoluer vers des états non désirables. Cela suppose de connaître les variables qui déterminent les dynamiques du système, les seuils correspondant au passage vers des états non souhaités, et les moyens de contrôle possibles.

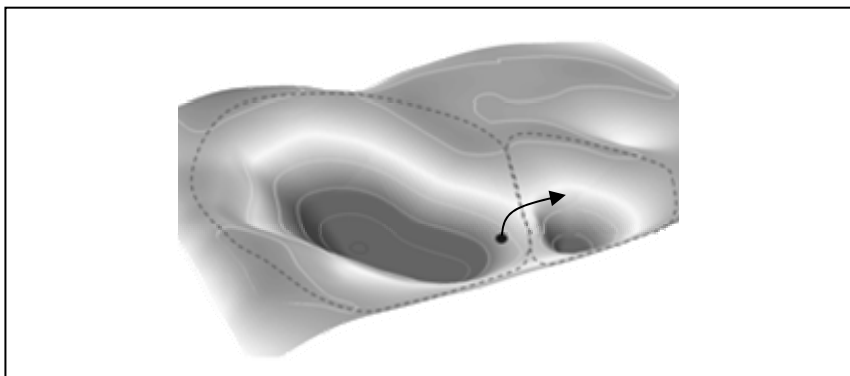


Figure 20. Représentation en trois dimensions de bassins d'attraction et déplacement du système entre deux bassins (Walker et al., 2004).

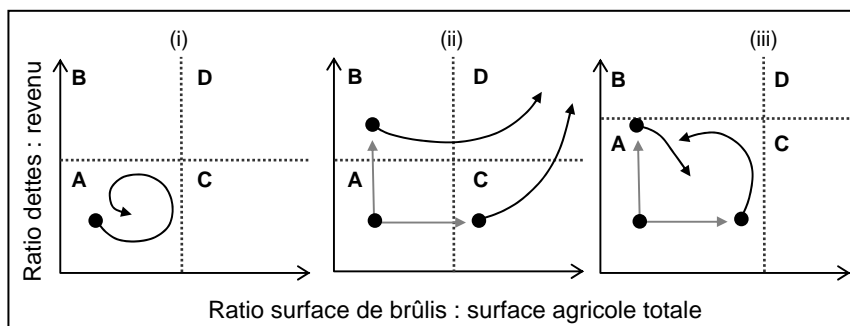


Figure 21. Trajectoire possibles d'un agro-écosystème au cours du temps. Les lignes pointillées perpendiculaires aux axes correspondent aux seuils décrits dans le texte (Walker et al., 2002).

La Figure 21, adaptée de Walker et al. (2002), illustre ces trajectoires hypothétiques sur un plan constitué par deux variables : en ordonnée un indicateur économique, le ratio dette sur revenu, et, en abscisse, un indicateur agronomique, la surface de brûlis par rapport à la surface agricole totale. Ce schéma peut être appliqué à une exploitation agricole, à un village ou même à une région. Pour rester durable, l'objectif est de maintenir le système dans la partie A de la Figure 21i, de préférence à moindre coût. Si pour une raison ou une autre liée à la conjoncture économique, la trajectoire évolue vers la partie B de la Figure 21ii, les agriculteurs ont tendance à compenser le manque à gagner en cherchant à intensifier la production par une utilisation accrue de capital. Lorsque le gain marginal lié à l'utilisation d'intrants agricoles dans les rizières devient inférieur à leur coût, le système évolue vers la partie D du graphe. Les agriculteurs étendent leurs surfaces de brûlis soit par de nouvelles défriches, soit par extension de la période de culture ou raccourcissement de la jachère. A terme, la baisse tendancielle de productivité des systèmes de culture sur brûlis risque de maintenir le système dans le cadran D, qui correspond à une situation critique à la fois du point de vue économique et écologique. De même, nous avons vu qu'une réforme foncière peut limiter l'accès à certains espaces agricoles poussant les agriculteurs à une expansion des brûlis pour la satisfaction des besoins alimentaires de la famille ou pour la recherche d'accumulation à court terme, l'état du système évolue vers la partie C du graphe (Figure 21ii). Le déclin tendanciel des rendements conduit

alors inévitablement le système vers la partie D du graphe qui offre très peu d'options pour revenir à une configuration plus favorable du système. En effet, lorsque des perturbations font évoluer la trajectoire de la zone A vers les zones B ou C du graphe, le système évolue ensuite naturellement vers la zone D du fait des relations dynamiques entre les variables de contrôle. Une solution pour maintenir, ou ramener, la trajectoire dans le domaine viable est de déplacer les seuils, comme indiqué dans la Figure 21iii, pour accroître la surface de la zone A. Les recherches qui contribuent à la stabilisation des systèmes de culture sur pentes tels que le terrassement ou les jachères améliorées contribuent ainsi à déplacer la limite verticale de la zone A vers la droite alors que les politiques favorisant les alternatives de production (cultures de rente, arboriculture, élevage) ou les sources de revenu non agricole, contribuent à déplacer la limite horizontale vers le haut.

Les trajectoires d'un système complexe représentées par l'évolution de deux variables d'état sur un plan sont utilisées ici comme des métaphores. Elles aident à comprendre des trajectoires historiques qui sont déterminées par plus de variables que nous ne pouvons contrôler simultanément, ni même conceptualiser. Par ailleurs, la compréhension des dynamiques observées à une échelle donnée dépend largement de phénomènes opérants à d'autres échelles. De plus les groupes d'acteurs intervenant aux différents niveaux hiérarchiques ne partagent pas les mêmes points de vue sur le caractère désirable ou non de différents bassins d'attraction, ni sur les manières de « piloter » le système ou de modifier les seuils, largeur et profondeur des bassins d'attraction. Une certaine perte de résilience est inévitable à certains niveaux d'un système socio-écologique multiscalair. Ces pertes peuvent être gérées de manière à être maintenues aux niveaux inférieurs d'organisation, par exemple par la marginalisation de certaines exploitations agricoles ou de certains villages. Cependant, la capacité des acteurs du système à gérer les interactions entre échelles sont cruciales pour éviter de perdre la résilience aux échelles les plus englobantes et le risque d'effondrement d'une société entière. Notons que dans certains cas la résilience peut aussi être perçue comme une contrainte à l'évolution d'un système vers une configuration jugée plus favorable.

Accompagner les transitions agraires

Dans son ouvrage sur l'effondrement des sociétés, Diamond (2005) a étudié, à travers la comparaison de multiples trajectoires historiques, l'enchaînement de facteurs qui conduisent à la catastrophe. D'abord un

groupe humain peut ne pas anticiper un problème avant qu'il se présente. Lorsque le problème est là, le groupe peut ne pas le percevoir ou ne pas le poser correctement. Ensuite il peut ne pas chercher à le résoudre. Enfin, il peut essayer mais ne pas parvenir à trouver une solution et/ou à la mettre en œuvre. Ces différentes phases de scénarios catastrophes permettent de raisonner l'accompagnement des transitions soit pour faire face à des situations de crise, soit pour influencer les évolutions du système socio-écologique vers des conditions plus désirables.

Souvent la menace qui plane sur le système est inconnue, tout comme son ampleur ou sa fréquence éventuelle. On ne sait pas que l'on est entré dans une période de transition. L'incertitude est omniprésente. Face aux mutations rapides de leur contexte de production, les agriculteurs par exemple sont dans une situation d'innovation permanente en l'absence d'un référentiel technique suffisant pour garantir la durabilité de leurs nouvelles pratiques d'usage des ressources et des territoires. Il faut faire avec, ou tout au moins prendre en compte, cette incertitude incompressible. La théorie mathématique de la viabilité offre une métaphore utile pour l'action et au-delà un cadre d'analyse qui transcende les approches disciplinaires classiques (Aubin, 2005). Revenons à l'exemple d'un agro-écosystème villageois pour illustrer notre propos. Le système est décrit par les trois classes d'agents qui le composent : l'agriculteur (ou plus exactement le foyer agricole), le buffle et la forêt, et par leurs interactions (Figure 22).

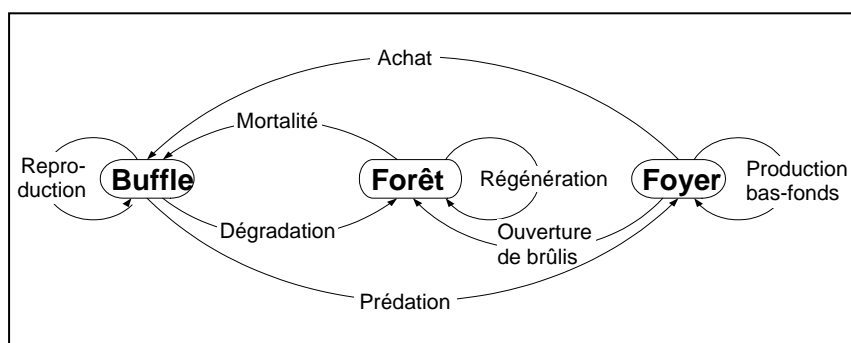


Figure 22. Représentation d'un agro-écosystème villageois pour l'analyse de viabilité.

L'agriculteur peut cultiver les bas-fonds (préparation du sol à l'aide de buffles et fumure organique) ou ouvrir des brûlis (en coupant la forêt) ; il peut acheter ou vendre des buffles. Les buffles pâturent dans les jachères et dans la forêt où ils prélèvent des ressources fourragères et freinent la régénération de la végétation après les brûlis ; ils peuvent se reproduire et mourir. La forêt évolue selon des critères écologiques. La dynamique du système peut être mise en équation comme indiqué dans l'Encadré 1. La dynamique du système est « pilotée » grâce à des variables dites de « contrôle », par exemple en modifiant le nombre d'agents dans chaque classe ou en modifiant la nature de leurs interactions. Les trajectoires ainsi générées sont soumises à une série de contraintes pour chaque type d'agent, par exemple un revenu positif pour les foyers, la présence de buffles pour travailler dans les rizières, ou de fourrage pour nourrir les buffles, etc., qui déterminent la viabilité de l'ensemble du système. L'état initial du système à l'instant $t = 0$ est noté x_0 . Si à partir de x_0 on peut toujours trouver une trajectoire permettant de rester indéfiniment à l'intérieur de l'ensemble de contraintes d'état du système, cette trajectoire est dite viable. Le plus grand ensemble d'états à partir desquels il est toujours possible de trouver au moins une trajectoire viable pour le système s'appelle le noyau de viabilité. Pour chaque trajectoire issue du noyau, il existe des valeurs prises par les variables de contrôle qui permettent de maintenir la viabilité du système. La correspondance (l'ensemble des trajectoires viables issues de l'état viable x_0) qui associe à chaque trajectoire l'ensemble de ses contrôles viables s'appelle la loi de régulation.

Si le noyau de viabilité du système est vide, le système est toujours dans une situation dangereuse. Une façon de traiter ce problème consiste à déterminer le temps minimal de crise. Dans le cas où la crise est associée à une seule contrainte d'état (par exemple le revenu agricole devient négatif $S_i(t) < 0$) et que les autres contraintes sont considérées inviolables, deux cas peuvent être distingués :

- *Le temps de crise est fini* : Dans ce cas, pour tous les états x_0 , le système n'est pas stable, mais on peut toujours revenir à terme dans le noyau de viabilité et dans le domaine des contraintes en changeant les valeurs des contrôles. L'objectif dans ce cas est de minimiser le temps de crise.
- *Le temps de crise est infini* : Dans ce cas, toutes les solutions arrivent trop tard, le système est toujours dans une situation très dangereuse quels que soient les contrôles admissibles choisis. Il faut changer la loi de régulation, c'est-à-dire toutes les règles concernant les actions des agents. On entre alors dans une phase de transition.

Encadré 1. Application de la théorie de la viabilité mathématique à un agro-écosystème villageois (Réalisé avec Tran Ngoc Trung, mathématicien et modélisateur du projet Systèmes Agraires de Montagne).

L'état de l'agro-écosystème de la Figure 22 peut être décrit grâce à trois variables B_i , X , S_i , où B_i représente l'effectif du troupeau du foyer i , X représente la biomasse de la ressource fourragère et S_i représente le capital accumulé annuellement par le foyer i (exprimé en équivalent riz). La dynamique du système est décrite par les équations suivantes.

$$(I) \quad B_i'(t) = R_i^b(t) + A_i(t) - P_i(t) - M_i(t) - \varepsilon(t)$$

Où $B_i'(t)$ est la dérivée par rapport au temps t de l'effectif du troupeau appartenant au foyer i , $R_i^b(t)$ est un facteur représentant la croissance naturelle du troupeau (nombre de nouveau-nés), $A_i(t)$ représente le nombre de buffles achetés annuellement, $P_i(t)$ est le nombre de buffles vendus par le foyer, $M_i(t)$ représente la mortalité naturelle des buffles et $\varepsilon(t)$ les pertes en buffles liées à d'autres causes (vol, accident, épidémie, etc.).

$$(II) \quad X'(t) = R^e(t) - E(t) - O(t)$$

Où $X'(t)$ est la variation de la biomasse à la date t , $R^e(t)$ représente la croissance endogène de la biomasse, $E(t)$ représente la dégradation de la ressource par les buffles et $O(t)$ représente le défrichage par tous les foyers pour ouvrir des brûlis.

$$(III) \quad S_i'(t) = P_i^{\text{bas-fond}}(t) + P_i^{\text{brûlis}}(t) - C_i$$

Où $S_i'(t)$ est le revenu du foyer i à la date t , $P_i^{\text{bas-fond}}(t)$ est la production en riz dans les bas-fonds, $P_i^{\text{brûlis}}(t)$ est la production totale des cultures sur pente et C_i est la consommation du foyer i .

Les dynamiques définies ci-dessus sont ensuite exprimées comme suit :

$$(Ia) \quad B_i'(t) = \lambda B_i(t) + \frac{c(t)S_i(t)}{p_b} - d(t)B_i(t) - \max\left(1 - \frac{Z(t)}{\alpha \sum_{j=1}^{N(t)} B_j(t)}, 0\right)B_i(t) - \varepsilon(t)$$

Où λ représente le taux de croissance naturelle, $B_i(t)$ est l'effectif du troupeau du foyer i , c est le taux d'accroissement du troupeau de buffles par achat, d est le taux de prédation et p_b est le prix d'un buffle (p_b est constant), $Z(t)$ représente la surface du pâturage collectif, α représente la surface minimale du pâturage qui assure la survie d'un buffle et $N(t)$ est le nombre de foyers à la date t

$$(IIa) \quad X'(t) = rX(t)\left(1 - \frac{X(t)}{X_{\max}}\right) - Z(t)\beta \sum_{j=1}^{N(t)} B_j(t) - X(t)q \sum_{j=1}^{N(t)} E_j(t)$$

Où X_{\max} représente la surface maximale de la biomasse, r est le taux de croissance endogène de la ressource, β est un paramètre représentant le taux de destruction, q est un paramètre représentant le coefficient de capturabilité et $E_j(t)$ est l'effort d'extraction du foyer j .

$$(IIIa) \quad S_i'(t) = p_r q E_i(t) X(t) + W_i(t) - p_e E_i(t) - C_i$$

Où p_r représente le prix de vente, p_e est le coût unitaire d'effort, $W_i(t)$ est la production dans les bas-fonds à la date t .

Puisque la stratégie de développement du troupeau dépend du nombre de buffles acheté annuellement et du nombre de buffles consommés ou vendus, le taux d'augmentation par achat $c(t)$ et le taux de prédation $d(t)$ sont les contrôles. $c(t)$ peut être choisi à l'intérieur de l'ensemble $[c_{\min}, c_{\max}] \subseteq [0, 1]$ où c_{\min} est la borne minimale (fonction du capital disponible) et c_{\max} la borne maximale (fonction de la taille maximale du troupeau). $d(t)$ appartient à l'ensemble $[d_{\min}, d_{\max}] \subseteq [0, 1]$ où d_{\min} représente le taux de prédation minimale (la consommation) et d_{\max} le taux de prédation maximale (la vente ou spéculation). c et d sont les contrôles de viabilité du système. D'autre part, la stratégie de production des foyers dépend totalement de la production en riz dans les bas-fonds et de la consommation. Puisque la consommation est constante la production en riz dans les bas-fonds $W_i(t)$ est un contrôle et on l'appelle le contrôle d'état. $W_i(t)$ doit être toujours positif $\forall t$ et $\forall i$. On a donc :

- (1) $c(t) \in [c_{\min}, c_{\max}]$
- (2) $d(t) \in [d_{\min}, d_{\max}]$
- (3) $W_i(t) \in [0, \text{indéfini}] \forall i$

Chaque foyer i est une unité économique indépendante avec les bouches à nourrir m_i et la main d'œuvre l_i . On suppose que la consommation de chaque individu est constante, et notée w , alors on a $C_i = w m_i$. Puisque la main d'œuvre utilisée dans le processus de production des foyers est fixée, il existe une borne supérieure des efforts d'extraction $E_i(t)$ ($\forall i, \forall t$), que l'on note E_{\max} . D'autre part, les efforts d'extraction doivent rester strictement positifs, on a :

$$(a) \quad 0 < E_i(t) < E_{\max} \quad (\forall i, \forall t)$$

Si l'on veut garantir un revenu positif au foyer, on a :

$$(b) \quad S_i'(t) > 0 \text{ ou } p_r q E_i(t) X(t) + W_i(t) - p_e E_i(t) - w m_i > 0 \quad (\forall i, \forall t)$$

Les buffles contribuant à la production agricole dans les bas-fonds du foyer, on a une autre contrainte pour les buffles.

$$(c) \quad B_i(t) \geq \begin{cases} 0 & \text{Si } W_i(t) = 0 \\ 1 & \text{Si } W_i(t) > 0 \end{cases}$$

D'autre part, on a encore des contraintes associées à la biomasse de la ressource et au pâturage.

$$(d) \quad 0 < X(t) < X_{\max}$$

$$(e) \quad 0 < Z(t) < X_{\max}$$

Les équations Ia, IIa et IIIa sous les contraintes a, b, c, d et e sur les contrôles 1, 2 et 3 constituent le système de viabilité d'un agro-écosystème villageois dans notre zone d'étude.

La théorie de la viabilité permet de concevoir différemment le « pilotage » du système. Il n'est plus question d'optimiser quoi que ce soit ni de contrôler des évolutions largement imprévisibles, parce que sous l'influence de plus de paramètres qu'il n'est possible d'en contrôler effectivement. S'il n'y a plus d'acteurs agissant sur les variables de contrôle, il devient impossible de prévoir et donc, de prédire l'évolution future du système. Le cadre d'analyse nécessaire doit aller au-delà de la théorie du contrôle en définissant non plus un point, un objectif à atteindre, mais un domaine dans lequel le système peut se maintenir durablement : l'ensemble des états viables défini par rapport à son complémentaire l'ensemble des états dangereux. L'accompagnement consiste alors à estimer si l'on approche d'une zone dangereuse pour le système, à évaluer la nature de la crise et enfin à alerter. Il s'inscrit dans le principe de précaution, qui consiste à encadrer ou empêcher certaines actions potentiellement dangereuses sans attendre que le danger soit établi de façon certaine (Aubin, 1996 ; Rammel et Van den Bergh, 2003). Les démarches mises en œuvre récemment par la communauté scientifique internationale autour du concept de vulnérabilité relèvent aussi de cette préoccupation d'alerter du danger éventuel (Turner et al., 2003 ; Young et al., 2006).

Au-delà du maintien d'un statu quo par la protection de l'existant, nous avons vu que l'accompagnement du changement peut consister à augmenter la flexibilité du système, sa résilience ou sa capacité d'adaptation à des évolutions inéluctables (Berkes et al., 2003). C'est une manière d'influencer des trajectoires d'évolution sur lesquelles les acteurs n'ont pas de prise, soit parce qu'elles relèvent de processus de sélection de type darwinien soit parce que les acteurs n'ont pas les moyens d'intervenir aux échelles auxquelles les problèmes se posent. Par exemple une gouvernance internationale des gaz à effet de serre a beaucoup de mal à émerger pour traiter des questions de réchauffement global. D'autres communautés scientifiques soutiennent qu'il est possible d'influencer les transitions de manière intentionnelle en favorisant les changements de régimes sociotechniques (Berkhout, 2002 ; Rotmans et al., 2000). Un régime sociotechnique est défini comme l'ensemble des artefacts, institutions, règles et normes qui structurent l'activité économique et sociale à une période et à un endroit donnés. Ce concept rejoint des notions formalisées selon différentes perspectives par Gourou (1973), Ellul (1977), Haudricout (1987), ou Callon (1987) sur le rôle des techniques dans les transformations des sociétés, et à l'inverse sur l'influence du changement social sur les régimes technologiques. Les innovations peuvent émerger localement et

s'amplifier lorsque les conditions sont réunies et qu'elles arrivent au bon moment. C'est-à-dire qu'elles coïncident avec une fenêtre d'opportunité parfois limitée dans le temps. L'accompagnement consiste alors à évaluer si le contexte est favorable à la généralisation et à l'institutionnalisation de l'innovation puis à créer les conditions d'un changement de régime (Kemp et al., 1998). Mais, un changement de régime peut aussi être initié par des tensions ou des transformations intervenues aux échelles supérieures, comme par exemple les externalités négatives de l'agriculture productiviste sur l'environnement, des migrations massives ou des réformes politiques. Les activistes environnementalistes cherchent à transformer les régimes sociotechniques en place en combinant des démarches ascendantes d'expérimentation de productions organiques, énergies renouvelables, etc. et des démarches descendantes de lutte contre les symboles (altermondialistes contre les chaînes de grande distribution et les multinationales agroalimentaires), les politiques (barrières douanières, campagnes anti-OGM) et les infrastructures (industrie agrochimique, élevages intensifs) de l'agriculture productiviste. Les systèmes socio-écologiques sont soumis à toutes sortes des pressions qui tendent à les transformer. Berkhout et al., (2003) décrivent différents contextes de transition en fonction de deux facteurs de différenciation : le degré de coordination et l'origine des ressources nécessaires à la transformation. La première dimension vise à distinguer des changements intentionnels par rapport aux résultats inattendus de processus historiques ; ceux envisagés et coordonnés par les acteurs du système par rapport à ceux qui émergent à la faveur de leurs comportements habituels. La seconde dimension se réfère aux ressources : internes ou externes, mobilisées au cours de la reconfiguration du système. Si les ressources indispensables à l'adaptation sont disponibles à l'intérieur du système, les changements sont incrémentaux et ne donnent pas lieu à une restructuration brutale. Si la capacité d'adaptation est limitée par la disponibilité en ressources endogènes, une conversion plus profonde est possible. Le croisement de ces deux facteurs conduit Berkhout et al., (2003) à distinguer quatre types de transition qui peuvent opérer à différents niveaux d'agrégation : le renouveau endogène, la réorientation de trajectoire, la transformation émergente, et la transition intentionnelle (Figure 23).

- Le *renouveau endogène* résulte d'un effort conscient des acteurs, réseaux et institutions constitutifs d'un système sociotechnique face à une menace perçue sur l'intégrité du système. Le changement est produit grâce à une forte coordination des acteurs qui mobilisent les ressources disponibles en interne et gèrent les transformations à partir des normes et des méthodes qui prévalent au sein de la

structure. Les expériences passées guident les décisions sur les choix technologiques à venir dans une démarche incrémentale plutôt que par transformation radicale de l'existant. C'est le cas par exemple de la structuration des systèmes d'irrigation du delta du Fleuve Rouge à la période précoloniale de manière à accommoder une population croissante.

- La *réorientation de trajectoire* correspond à un changement de cap réalisé sans modification de la structure ou des institutions, qui survient généralement en réaction à un choc ou une perturbation interne ou externe. De nouveaux systèmes sociotechniques émergent en l'absence d'anticipation et d'intentionnalité. Le retour des agriculteurs Tay sur les terres de leurs ancêtres en 1990 a été une étape marquante du processus de décollectivisation de l'agriculture dans la province de Bac Kan. Ce mouvement spontané s'est développé en l'absence de coordination. Il a fini par changer complètement la configuration foncière et les trajectoires individuelles des exploitations agricoles.

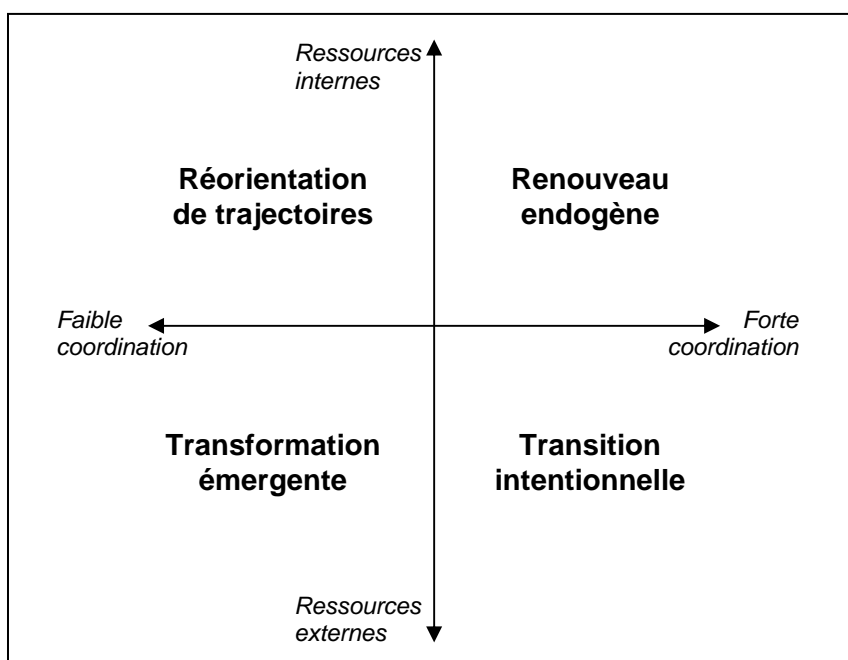


Figure 23. Les quatre contextes de transition et processus de transformation.

- La *transformation émergente* répond à une logique de changement autonome des acteurs du système de manière non coordonnée. La répétition et l'accumulation dans l'espace et dans le temps des mêmes comportements généralise des pratiques nouvelles qui finissent par s'imposer grâce à la conjonction d'opportunités technologiques, ouverture d'un marché ou apparition d'obstacles sur des solutions alternatives. Le développement rapide de l'élevage commercial de bovins et bubalin au sortir de la période des coopératives répondait ainsi à une logique de capitalisation et de sécurisation de revenus à une période d'incertitude sur les règles foncières et l'accès aux terres de rizières. Le développement de l'arboriculture fruitière a été impulsé de l'extérieur par les projets de développement et l'émergence d'un marché.
- La *transition intentionnelle* est impulsée de l'extérieur en réponse à une vision collective sur l'évolution souhaitable du système et à des attentes en termes de résultats opérationnels. La révolution verte fournit un bon exemple de ce type de transition. Dans les années 1960, une politique volontariste d'augmentation des rendements rizicoles dans les zones favorables a été initiée par la Banque Mondiale et relayée par la recherche internationale (notamment l'IRRI) de manière à assurer la sécurité alimentaire d'une population asiatique en croissance rapide. Les convergences scientifiques, politiques et industrielles autour de cet objectif commun d'intensification agricole ont contribué à ce qui est devenu dans le discours commun une « révolution ». Malgré les bonnes intentions à l'origine de la transition, la révolution verte offre une illustration des conséquences négatives du nouveau régime liées à la surconsommation d'intrants agricoles et à la dépendance accrue des producteurs vis-à-vis de l'agro-industrie.

Ce dernier type de transformation correspond sans doute à la « grande transition » vers un développement durable qui mobilise aujourd'hui tant de ressources, d'acteurs et d'institutions (scientifiques, politiques, société civile, etc.). Le problème est que le concept de développement durable est plus large et plus flou que ceux qui motivaient la révolution verte. Ni le but à atteindre, ni les moyens d'y parvenir, ni même les étapes successives d'un cheminement qui permette sa réalisation, ne font l'objet d'un consensus. Mais l'émergence de nouveaux systèmes sociotechniques combine toujours, dans une certaine mesure, une volonté de changement et des formes d'anticipation et d'intentionnalité à côté des inévitables surprises et des évolutions imprévisibles. La gestion de la transition doit s'adapter à ces différentes forces de changement (i) en favorisant la capacité d'auto-organisation du

système ; (ii) en valorisant la diversité et la redondance nécessaires à l'adaptation à des contextes incertains et fluctuants, enfin (iii) en se donnant une vision de l'avenir à construire ensemble et les moyens de mettre en œuvre les transformations nécessaires. Ce dernier point, mis en avant par de nombreux auteurs de manière incantatoire pose le problème de la faisabilité d'un consensus social autour de ce qui apparaîtrait comme « l'intérêt supérieur de l'humanité ». En réalité, les démarches scientifiques normatives sont mises à mal par l'indécision et les divergences de point de vue inhérentes aux systèmes sociopolitiques. Il serait vain de chercher par une quelconque planification à prendre prise sur le cours de l'histoire (Couty, 1981). « *Il n'est pas plus possible d'en décrire un état final que de la soumettre à une raison universelle. Créatrice de toutes les formes sociales et par conséquent de toutes les normes, l'histoire est elle-même au-delà de toute loi* » (Aglietta, 1981). La prudence et la modestie s'imposent aux communautés scientifiques qui se sont données pour mission d'accompagner la transition vers un développement durable.

**3. Similitudes, simulacres et simulations :
vers de nouvelles méthodes d'acquisition,
de représentation et d'intégration
des connaissances**

« *Il y a science des choses simples et art des choses compliquées.* »
[Paul Valéry, *Tel quel*]

La transition agraire qui a accompagné la décollectivisation de l'agriculture vietnamienne offre un cadre d'analyse privilégié pour aborder la transformation d'un système socio-écologique complexe. La mobilisation de différents référents théoriques nous aide à mettre en perspective notre expérience singulière par rapport à d'autres contextes de transition pour pouvoir éventuellement explorer des futurs possibles. En effet, les métaphores, les hypothèses proposées à la partie 2 aident à penser, à organiser le réel (Couty, 1984 ; Picouet et al., 2004). Cependant, ces constructions théoriques, ne font pas la part du singulier et du régulier car elles sont privées de lien avec la réalité dont elles ne fournissent qu'une représentation distante. Couty (1989) nomme « similitude » ce type de représentation imaginaire de la réalité en référence au terme employé par Platon dans « Le Politique » pour décrire des constructions de l'esprit issues de l'observation du réel. Il oppose cette forme de modèle « *intellectuel et aérien* » à des modèles empiriques, issus de l'expérience, qu'il nomme « simulacres » en référence au terme employé par Lucrèce pour désigner « *une sorte de membrane légère détachée de la surface des corps* » qui permet de percevoir les choses matérielles. « *Prenant assise à la fois sur le donné sensible et sur l'imagination, planant à haute altitude mais sachant se traîner à ras de terre, les modèles ne semblent-ils pas posséder un double contenu, empirique et formel ? Leur vocation est donc de servir d'intermédiaires entre le rationnel et l'empirique, entre l'inventé et le constaté, un peu comme un interprète pratiquant deux langues. Mais pourquoi faut-il un intermédiaire ? Pour construire entre les choses et l'intelligence le rapport d'adéquation où les scholastiques voyaient le critère de vérité, pour faire en sorte qu'il en soit dans la chose comme le sait et le dit l'intelligence. Cette adéquation exige qu'un artifice serve de pont entre les éléments à réunir. Il nous faut une représentation - un modèle - du sensible, conforme aux caractéristiques du donné phénoménal mais aussi aux intentions et aux capacités de saisie, de manipulation, de calcul, propres à l'esprit humain* » (Couty, 1989).

Entre similitudes et simulacres, les démarches scientifiques sur le changement et l'innovation ont recours aux modèles pour sortir de l'opposition entre théorie et terrain, entre distanciation et implication,

entre raison et expérience. Concrètement, la complexité des systèmes socio-écologiques peut être appréhendée en combinant la démarche déductive de modélisation présentée au chapitre 2.2, à partir d'une théorie ou d'une représentation métaphorique du changement (similitude), avec une démarche inductive de modélisation des dynamiques locales d'usage des terres (simulacre). Le processus de recherche empirico-inductif est fondé sur la convergence d'événements en faits à travers leur répétition dans le temps ou dans l'espace ou au cours des expérimentations / simulations, puis le passage du statut de faits à celui de connaissances scientifiques grâce à la confrontation à un cadre théorique. Les modèles jouent un rôle décisif au cours de ces deux étapes de la démarche scientifique. Produit de l'analyse de phénomènes réels, ils sont transformés en éléments intelligibles et mis en relation dynamique dans des algorithmes informatiques ou des jeux d'acteurs. Les simulations avec les agents informatiques d'un modèle ou avec les acteurs locaux participant à un jeu de rôles sont semblables à des expérimentations dans un laboratoire virtuel. Ces méthodes offrent la possibilité d'expérimenter sur des systèmes socio-écologiques complexes pour lesquels l'expérimentation directe est le plus souvent impossible et les conditions de « répliquabilité » ne sont pas réunies (Treuil et Mullon, 1997). Ces modèles, ancrés dans la réalité qu'ils cherchent à représenter, atteignent cependant un degré d'abstraction qui leur permet d'expliquer non seulement un phénomène mais encore le processus qui y conduit. En effet, pour percer le mystère de la « boîte noire », il ne faut pas se contenter de satisfaire aux exigences globales de transformation des données en résultats mais chercher à comprendre les mécanismes intimes du changement.

3.1. Modéliser les dynamiques territoriales avec les acteurs

Pourquoi chercher à modéliser des systèmes qui se transforment, alors que les acteurs, y compris les chercheurs, se débattent dans l'incertitude et que les simulations ne peuvent prédire les évolutions futures ? Sans doute dans l'espoir que la connaissance acquise chemin faisant donne du sens aux décisions à prendre et aux actions à entreprendre. Confrontés à des systèmes complexes en mutation, il est illusoire de chercher à prévoir quoi que ce soit. De toute manière on n'a si peu de prise sur les événements que, finalement, l'enjeu réel est l'apprentissage collectif. L'objectif de la recherche est d'accompagner les dynamiques en cours pour mieux les comprendre, élaborer et explorer des scénarios, bref développer notre capacité d'adaptation à un environnement changeant.

Il n'est pas question d'envisager le modèle comme le résultat final d'un processus de recherche ou comme une représentation figée d'une réalité en mouvement. La posture de recherche se trouve profondément modifiée par rapport à celle du chercheur-expert, dispensateur de solutions à des problèmes bien définis et qui font l'objet d'un large consensus dans le cadre du paradigme positiviste (Funtowicz et Ravetz, 1993). La science post-normale reconnaît la valeur des différentes sources de connaissance, scientifiques et profanes, et se donne les moyens de les valoriser à travers le dialogue entre acteurs et la co-construction de solutions sub-optimales, mais acceptables par les différents groupes porteurs d'enjeux. La qualité des décisions est déterminée par la qualité du processus collectif qui y conduit. Ce processus de négociation doit composer avec des points de vue divergents (Röling, 1994). La communication entre acteurs doit respecter les représentations propres à chaque individu qui sont décrites par Herbert Simon (1997) dans la théorie de la rationalité limitée. Elle part du principe que les agents économiques ont recours à des heuristiques pour prendre leurs décisions et non pas des règles strictes d'optimisation. La complexité des situations auxquelles ils sont confrontés empêche le calcul rationnel de toutes les alternatives possibles avant de faire un choix. Il est alors plus raisonnable et plus efficace de sélectionner la première option qui satisfasse à la fois les contraintes et les objectifs propres à chaque agent. Concrètement cette approche marque le passage de modèles économiques fondés sur la représentation statistique d'agrégats à des modèles comportementaux issus de l'expérimentation et de l'observation directe. Notre démarche de modélisation des dynamiques territoriales s'inscrit dans ce second type de démarche scientifique.

Les déterminants locaux de la structuration des territoires

Les études de cas, ou monographies, fournissent l'essentiel des connaissances empiriques, matériaux de base dont disposent les chercheurs qui s'intéressent aux dynamiques agraires et à leurs processus sous-jacents à l'interface des milieux naturels et des sociétés. Leurs enquêtes se déclinent généralement selon plusieurs niveaux emboîtés : parcelle, foyer, village, commune, district, province. Les processus sont étudiés au niveau inférieur à celui auquel leurs effets sont observés, le niveau supérieur fournissant le contexte de l'étude. Dans le cadre de notre projet au Vietnam, l'échelle d'observation privilégiée était le village, entité cohérente à la fois du point de vue biophysique et socio-économique (Taillard, 1983 ; Castella et al., 1999a). Nous avons

vu que dans les régions de montagne, les interactions entre un petit bassin versant au paysage stratifié et une communauté villageoise structure la gestion des ressources naturelles renouvelables dans l'espace et dans le temps. Les populations rurales gèrent quotidiennement leurs ressources en mobilisant des savoirs naturalistes et des techniques de production spécifiques à chaque lieu. Le modèle discursif du chapitre 1.1 sur les dynamiques agraires de la province de Bac Kan au cours de la seconde moitié du vingtième siècle a été élaboré sur la base d'un faisceau convergent d'éléments explicatifs issu des enquêtes de terrain puis confronté à l'analyse des séries chronologiques de données télédétection. Les principaux moteurs du changement sont : la pression démographique associée à une raréfaction des ressources productives, l'évolution des règles d'accès des familles aux ressources, notamment aux ressources foncières, l'ouverture progressive à l'économie de marché. Ce modèle repose sur un certain nombre d'hypothèses qui vont à l'encontre des discours dominants, notamment sur la relation entre l'appartenance ethniques et la pratique de l'essartage ou sur le rôle des groupes ethniques Dao et H'Mong dans le processus de déforestation des années 1980 (Do, 1994). En effet, il prétend que la pratique de l'essartage n'est pas directement liée aux préférences socioculturelles des différents groupes ethniques mais plutôt à l'accès différencié aux terres de bas-fond, qui lui est indirectement lié à l'appartenance ethnique du fait de l'histoire de la colonisation des zones de montagne et de la distribution inégalitaire des terres au sortir de la période collectiviste.

Le modèle multi-agents SAMBA¹⁹ a été développé sous la plateforme CORMAS (Bousquet *et al.*, 1998) de manière à tester l'hypothèse ci-dessus et à évaluer son domaine de validité sur des espaces géographiques plus larges que les études de cas dont elles étaient issues (Castella *et al.*, 2002a). Le modèle génère des trajectoires agroforestières multiples à l'échelle du village à partir de la description du processus décisionnel des agriculteurs pour couvrir les besoins alimentaires de base de leurs foyers. Il comprend deux entités: les agents-foyers et les cellules qui composent l'environnement. Chaque

¹⁹ Le nom "SAMBA" est formé de l'acronyme SAM du projet « Systèmes Agraires de Montagne » qui a développé le modèle et de "ba" qui signifie "trois" en vietnamien. En effet, le modèle est considéré comme un lien entre les deux composantes du projet SAM : (i) l'une menant un diagnostic sur les dynamiques d'usage des terres et visant à hiérarchiser les problèmes de développement agricole avec la participation des acteurs locaux, (ii) l'autre mettant au point en milieu paysan des systèmes de culture innovants comme alternative aux systèmes d'abattis-brûlis.

entité est caractérisée par des attributs et des méthodes de comportement. Ainsi, chaque agent-foyer est caractérisé par sa composition démographique (nombre de personnes dans le foyer, nombre d'actifs), les parcelles de terres qu'il possède, les buffles, un porte-monnaie et un excédent de main d'œuvre après travail dans les rizières irriguées. Les agents sont initialisés à l'aide d'une base de données tirée des registres d'état civil des communes d'étude. Le modèle comprend ainsi 50 agents environ représentant une population de 250 individus virtuels. Chaque agent peut opérer les actions suivantes: calculer sa production de riz irrigué, calculer son excédent ou son déficit de riz par comparaison entre la production de riz irrigué (4t/ha) et ses besoins (300 kg/pers), calculer le revenu généré par le surplus de production de riz (en considérant que tout excédent de riz est vendu au prix de 2500 VND²⁰/kg), augmenter son porte-monnaie du revenu tiré de la vente de riz et/ou des cultures de rente, acheter un buffle (au prix de 2.000.000 VND) chaque fois que le montant du porte-monnaie le lui permet. Le modèle est programmé de façon à ce que la capacité des familles à couvrir leurs besoins en riz à partir des rizières de bas-fond détermine l'affectation de leurs moyens de production (terre, main d'œuvre, capital) à différentes activités productives. Au cours des simulations on observe les stratégies de production des différentes familles (ouverture de brûlis sur pentes, capitalisation par l'élevage, etc.) et les dynamiques paysagères qui en résultent. L'environnement est constitué par une grille spatiale de 2500 cellules (50x50) représentant chacune une surface de 1000m². Chaque cellule est caractérisée par (i) son éloignement par rapport au village et, (ii) son état qui peut prendre 6 valeurs: rizière irriguée, riz pluvial, jachère, pâturage, culture de rente, forêt. En début de simulation, on initialise la grille en fixant un état "rizière" au centre de la grille et "forêt" aux autres cellules. Par ailleurs, les cellules sont dotées de dynamiques annuelles « passage à l'état de jachère » quand la parcelle n'est plus cultivée et « régénération de la forêt » quand la parcelle est en jachère. Le modèle SAMBA permet de simuler différentes situations en variant la taille de l'environnement (représenté par la grille) et le nombre de cellules initialisées dans l'état "rizière", la population (nombre de foyers) et la composition des foyers (nombre de bouches à nourrir, nombre d'actifs), les modalités d'allocation des rizières (proportionnellement au nombre de bouches à nourrir, au nombre d'actifs, au nombre de foyers, ou à une partie de la population seulement en fonction de l'appartenance ethnique). Les simulations débutent par

²⁰ Le VN Dong est la monnaie vietnamienne, 1 Euro = 20.000 VND en 2006.

une allocation des rizières irriguées en fonction du nombre de bouches à nourrir. Le modèle tourne pendant quatre pas de temps représentant quatre années avant de réallouer les rizières irriguées en fonction de la force de travail de chaque famille. Cette simulation correspond alors au calendrier des événements tels qu'ils se sont déroulés dans la province de Bac Kan avec allocations successives des rizières irriguées en 1982 et 1986 qui marquent la fin de la période collectiviste et la transition vers l'agriculture familiale. Durant les quatre premiers pas de temps, les agents-foyers emploient leur surplus de main d'œuvre à la culture du riz pluvial sur brûlis, ce qui entraîne une diminution du couvert forestier. Un léger surplus de production permet une accumulation sous forme de buffles. A partir du cinquième pas de temps, la nouvelle redistribution des cellules "rizière" favorise le développement de cultures de rente et une diminution de la surface de riz pluvial. Cependant, derrière ces résultats agrégés se cachent des stratégies de production différenciées qui dépendent en grande partie des conditions initiales, c'est-à-dire du rapport entre nombre de bouches à nourrir et nombre d'actifs et de la quantité des cellules ayant pour état "rizière". Trois types d'exploitations ont émergé de la simulation. Ils correspondent bien à ceux identifiées à partir du travail de terrain pour la période 1980 – 1990 (Types A, B et C du chapitre 1.1). Ces résultats montrent l'importance de la composition démographique des villages et de leur dotation en rizières pour expliquer les trajectoires d'évolution des exploitations. Par exemple, une surface de rizière trop faible ne permet pas le développement des cultures de rente alors qu'une surface importante le favorise dès la première allocation des rizières. Différentes simulations ont permis d'explorer les règles décisionnelles des agriculteurs identifiées au cours des études monographiques et d'évaluer leur valeur explicative sur les dynamiques agraires observées au cours de la décennie 1980 (Castella *et al.*, 2002a). Il a confirmé que le phénomène de déforestation des années 1980 était le fait de l'ensemble des agriculteurs des zones considérées et non pas seulement des « essarteurs traditionnels » Dao et H'Mong. Au-delà de la couverture des besoins vivriers cette rapide colonisation agricole répondait pour les agriculteurs Tay à une logique d'appropriation foncière des terres de pentes. Par ailleurs, il a mis en évidence les conditions suffisantes - jeu minimal d'indicateurs - pour l'émergence de différents types d'exploitation du milieu observés à la fin de la période des coopératives, confirmant ainsi l'hypothèse de départ sur les déterminants des pratiques d'essartage. L'appartenance ethnique n'était pas intégrée au modèle mais les simulations conduisaient tout de même à une différenciation des pratiques selon les villages, qui correspondait aux clivages ethniques

connus : riziculture de bas-fonds pour les Tay - Kinh et essartage pour les Dao - H'Mong.

Pour mieux comprendre ces mécanismes de différenciation au cours des années 1990, il a fallu rendre compte de dynamiques beaucoup plus complexes que celles de la décennie précédente. Les enquêtes destinées à identifier les règles locales de gestion des ressources et les modes de coordination entre acteurs, ont révélé des incohérences entre les pratiques décrites par les agriculteurs, notamment en terme de gestion des ressources, et les règles officielles. Les responsables administratifs locaux, systématiquement présents au cours des entretiens, ramenaient toujours à un discours politique stéréotypé sur l'interdiction pure et simple des systèmes d'abattis-brûlis et la justification de leur persistance par le manque d'éducation des groupes ethniques minoritaires des montagnes (Castella et al., 2003a). Pour nous départir de ce cadre d'enquête contraignant, nous avons mis au point une méthode de simulation participative qui se déroule sur une semaine complète et mobilise le jeu de rôles SAMBA et le modèle multi-agents du même nom. Contrairement à la phase précédente où le modèle SAMBA était élaboré à partir des connaissances d'experts relevant de différentes disciplines, cette fois le modèle est alimenté par le jeu de rôles auquel participent une dizaine d'agriculteurs (Boissau et Castella, 2003 ; Boissau et al., 2004). Les participants sont sélectionnés pour leur représentativité des principaux types d'exploitations agricoles mis en évidence grâce aux études monographiques, tout en maintenant un équilibre entre le nombre d'hommes et de femmes et leur statut social au sein du village (agriculteurs aisés ou pauvres, appartenance à des groupes ethniques différents, etc.). Le jeu s'organise autour d'un plateau sur lequel sont disposés 625 (25x25) cubes de bois (Figure 24-A et B). Ils ont des couleurs différentes sur leurs six faces, qui correspondent aux principaux usages des terres : rizière, culture sur pentes, jachère, forêt secondaire, forêt dense et zone résidentielle. De petites formes de bois symbolisant les buffles peuvent être posées sur les cubes de manière à les localiser dans l'espace villageois. Chaque joueur tire au sort une carte qui donne les caractéristiques de sa famille virtuelle et conditionne les besoins en riz du foyer et la main d'œuvre disponible. Il tire aussi une carte « rizières » qui détermine le nombre de cubes de rizières (entre 0 et 3, soit entre 0 et 3000 m²), enfin une carte qui définit le nombre initial de buffles du foyer (entre 0 et 3). En début de simulation, le plateau de jeu est initialisé de manière à représenter un environnement se rapprochant de celui du village des participants. A chaque tour de jeu, représentant une année chacun, les joueurs décident comment affecter



Figure 24. A : la table de jeu SAMBA, B : un joueur décide de l'utilisation d'une parcelle sur pente, C : analyse de scénarios avec le modèle multi-agents.

leurs moyens de production (terre, main d'œuvre et capital) à différentes activités productives en fonction des contraintes propres à leur exploitation et des événements survenus au cours du jeu (comportement des autres joueurs, distribution foncière, catastrophe climatique, etc.). Ils prennent des décisions de nature tactique (nombre de cycle de riz sur les rizières, modes de surveillance du troupeau, etc.) ou stratégiques (ouverture/achat de nouvelles parcelles dans les bas-fonds, appropriation de terres de pentes, cultures pérennes, achat/vente de buffles, etc.). Les règles et les paramètres utilisés sont proposés par les participants eux même et doivent être entérinés par l'ensemble des participants par rapport à la réalité de leur village. Ainsi, chaque session de jeu est spécifique du village dont sont issus les participants. A l'issue de chaque tour, les joueurs reçoivent une rémunération virtuelle (coupons libellés en équivalent riz) pour leurs récoltes et produits d'élevage. Ils l'utilisent pour couvrir leurs besoins alimentaires (calculés au prorata du nombre de membres de la famille), rembourser leurs dettes auprès d'autres joueurs ou de la banque du jeu et investir dans de nouvelles activités ou équipements. Les joueurs ajustent leurs stratégies à chaque tour en fonction des résultats obtenus au tour précédent et du comportement des autres participants. Par ailleurs, des événements peuvent intervenir sur le cours du jeu, tels que la politique d'allocation des terres de pentes, une bonne ou une mauvaise année climatique (carte tirée à la fin de chaque tour de jeu), une épidémie qui décime le troupeau de buffles (décision de l'animateur par rapport à des événements qui ont réellement eu lieu dans la région), etc. Au cours d'une journée on simule ainsi six à sept années (tours de jeu) avant de faire le point ensemble sur les enseignements du jeu de rôles (Boissau et al., 2004). Les membres de l'équipe de recherche remplissent des tâches bien définies d'animateur, banquier et paiement des récoltes, prise de note sur les décisions des joueurs, suivi du paysage sur la table de jeu (succession de cultures notée sur la carte associée à chaque cube du jeu). Pendant les trois jours suivants deux groupes travaillent en parallèle, (i) l'un sur l'élaboration d'un modèle informatique multi-agents (fondé sur les principaux algorithmes du modèle SAMBA) qui mimique le comportement des joueurs au cours du jeu de rôles, (ii) l'autre mène des entretiens individuels auprès des joueurs pour comprendre leurs décisions au cours du jeu et les mettre en relation avec leur situation réelle. Le dernier jour, tous les participants au jeu de rôles de la première journée se réunissent à nouveau autour du modèle informatique SAMBA pour engager une discussion sur ce que les chercheurs ont compris des règles locales, individuelles et collectives,

de gestion des ressources et pour valider la version locale du modèle (Figure 24-C). Il est ensuite possible de simuler grâce au modèle un nombre d'années supérieur aux 6 ou 7 tours de jeu du premier jour pour évaluer les conséquences à moyen ou long terme de scénarios d'évolution qui ont émergé au cours du jeu de rôles ou à travers les entretiens individuels qui l'ont suivi.

Cette démarche a été appliquée à sept reprises dans des sites très contrastés de la province de Bac Kan où des études monographiques avaient été réalisées préalablement (Figure 5). L'importante hétérogénéité spatiale a été analysée comme la résultante de trajectoires locales différenciées. Ainsi, nous avons catégorisé les villages de la province situés à différents stades d'une même trajectoire d'évolution, ou sur des trajectoires distinctes (Castella, 2005). L'exercice de simulation participative a mis en relation les dynamiques territoriales décrites au cours des études monographiques et les a replacées dans une perspective évolutionniste (Castella et al., 2005e). Les villages disposant d'importantes surfaces de bas-fonds par rapport à leur population, proches des réseaux de communication, essentiellement peuplés par l'ethnie Tay du fait de leur colonisation ancienne, sont majoritaires dans la province. Suite à l'allocation des terres de pentes, ils ont vu une régénération forestière rapide de leurs bassins versants, permise par l'intensification des rizières et la diversification des activités agricoles. Les villages aux superficies de bas-fonds très limitées, disposant de peu d'opportunités de diversification du fait de leur éloignement, et où la priorité des agriculteurs est d'assurer leur sécurité alimentaire en cultivant les pentes. Les systèmes de cultures sur brûlis sont en crise et la priorité doit être donnée à la recherche de solutions compatibles avec leur contexte de production (Bal et al., 2000). Alors que la complémentarité entre terres de bas-fonds et terres de pentes a permis une diversification des productions pour les agriculteurs qui ont accès aux deux étages de l'écosystème, ce type de stratégie était interdit à ceux qui ne disposaient pas de bas-fonds (Erout et Castella, 2004). Dans un contexte de raréfaction des ressources, les simulations ont mis en évidence les mécanismes d'interaction entre bas-fonds et pentes et leur rôle dans les processus locaux de transformation des paysages.

Transfert d'échelle et modélisation des dynamiques régionales

Après l'analyse des mécanismes de la transition agraire aux niveaux de l'exploitation agricole et de l'agro-écosystème villageois, la démarche de transfert d'échelle s'est poursuivie jusqu'au niveau régional (Figure 25). En effet, après plusieurs applications de la méthode participative dans des situations contrastées, le modèle informatique, support des simulations, était calibré. L'algorithme principal, cœur du modèle, s'était progressivement stabilisé au fil des applications sur le terrain. Les spécificités locales sont prises en compte par le déclenchement d'algorithmes élémentaires lorsque les conditions étaient remplies (Castella et al., 2005c). Par exemple, les dates d'allocation des terres de pentes étant connues pour tous les villages, le processus d'allocation est déclenché en fonction du calendrier. Les différentes pratiques d'intensification des bas-fonds sont associées à des conditions sur la qualité de l'environnement des cellules, la main d'œuvre disponible et la densité locale de population. La synthèse des modèles informatiques réalisés dans chacune des sept communes a conduit à un modèle générique dont les principales règles sont schématisées à la Figure 26. Les informations sur l'environnement mobilisées par les agents pour prendre leurs décisions sont fournies par des couches SIG disponibles sur l'ensemble de la province. Elles fournissent un support de simulation plus réaliste que la simple grille CORMAS de faible résolution utilisée jusqu'alors (Figure 27). Les simulations sont initialisées pour chaque village à partir de la carte d'utilisation du sol de 1990 (Figure 27). Le modèle est alimenté par des données statistiques collectées auprès des administrations locales, telles que le nombre de familles et la taille des troupeaux en 1990. Différents algorithmes sont associés aux fonds de carte qui composent le SIG (types de sols, topographie, zones d'intervention de projets de reforestation, etc.). L'indicateur d'accessibilité, caractéristique de chaque village (Castella et al., 2005b), influence aussi les règles de décision des agents-agriculteurs. Les simulations ont été menées successivement sur les 221 villages du district de Cho Don. Un même modèle appliqué à une diversité d'environnements naturels et humains a généré une diversité de trajectoires d'usage des terres selon les villages. Les cartes d'utilisation du sol simulées ont ensuite été agrégées pour reconstituer la carte du district aux trois dates clés : 1995, 1998 et 2001, pour lesquelles nous disposons d'images satellites (Figure 27). La comparaison entre les cartes simulées et celles produites à partir des données télédétection a conduit à une première validation du modèle (Castella et Verburg, 2007 ; Pontius et al., 2007).

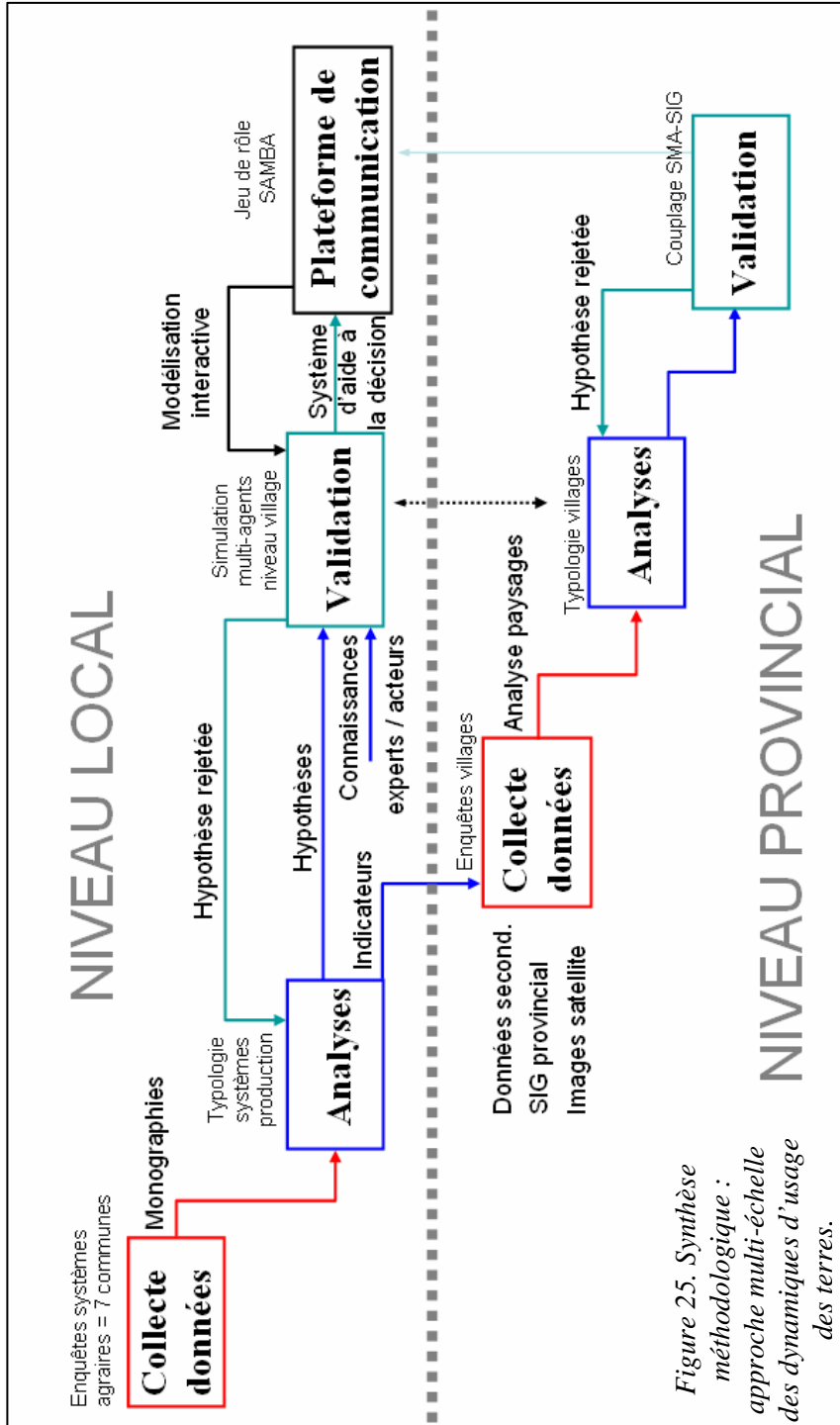


Figure 25. Synthèse méthodologique : approche multi-échelle des dynamiques d'usage des terres.

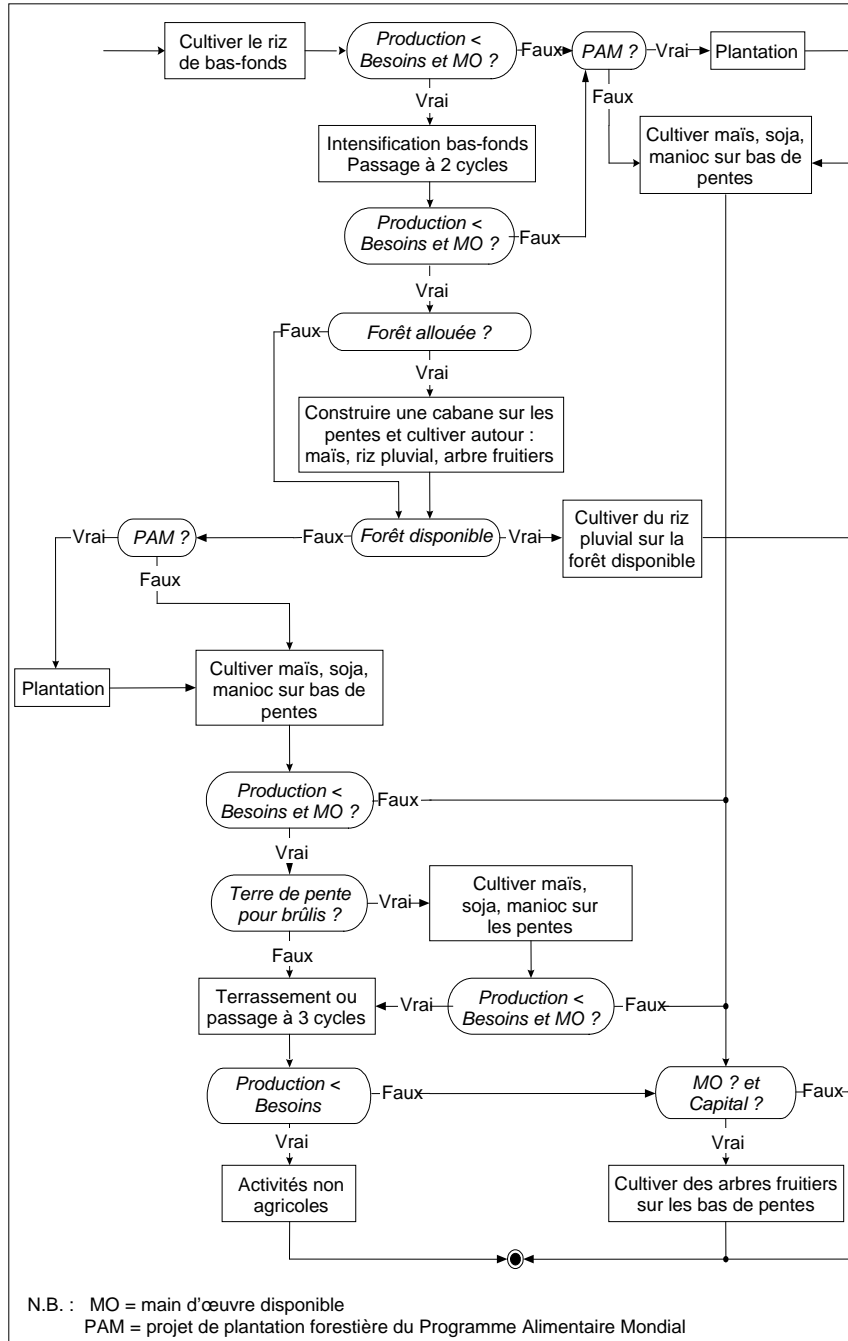


Figure 26. Diagramme présentant les principales règles décisionnelles du modèle générique SAMBA.

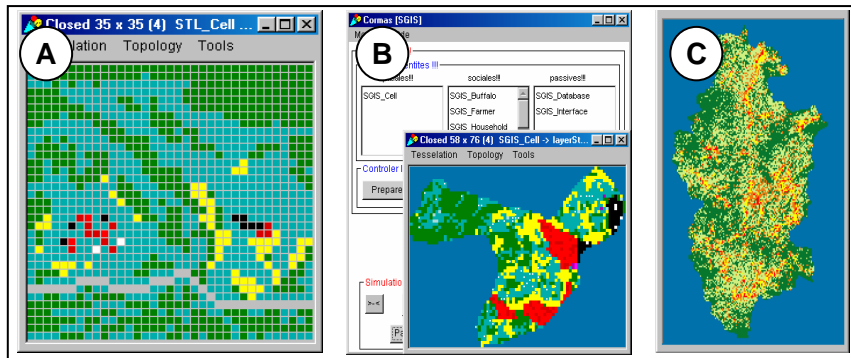


Figure 27. Changement d'échelle par passage de l'interface simplifié de simulation (A) au SIG raster d'un village (B), puis agrégation des résultats des simulations réalisées sur tous les villages du district (C).

Une seconde étape de validation « à dire d'acteurs » du modèle SAMBA couplé au SIG a consisté à présenter des scénarios obtenus à partir de simulations à des chefs de village. A l'issue d'une séance du jeu de rôles SAMBA nous avons affiché à l'ordinateur la carte d'usage des terres de leur commune et avons distingué au cours de la simulation des villages qui montraient des comportements différents. Nous avons émis des hypothèses explicatives qui ont été discutées avec les participants. Cette procédure de validation a été organisée à deux reprises dans des communes dans lesquelles nous n'avions jamais travaillé auparavant. Elle a confirmé les hypothèses associées aux règles de fonctionnement du modèle, notamment les relations entre les modes d'allocation des terres de bas-fonds, la différenciation des exploitations agricoles et les dynamiques d'exploitation des terres de pentes. Une fois validé au niveau du district de Cho Don, le modèle a confirmé que le phénomène d'expansion des cultures sur brûlis est lié aux surfaces de rizières totales du village et à leur mode de répartition au début des années 1990. Ce dernier dépend de l'appartenance ethnique et de la structure démographique des familles selon leur cycle de vie. La démarche de modélisation a mis en évidence des processus de migration internes aux villages. Par exemple, certaines familles se scindent de manière à mettre en valeur des terres de pentes nouvellement allouées sur lesquelles des terrasses sont aménageables. Les membres de la famille les plus âgés construisent une maison secondaire proche de ces nouveaux lieux de production de manière à pouvoir exercer une surveillance et à développer d'autres cultures et activités d'élevage. La jeune génération

dont les enfants sont scolarisés reste dans la résidence principale à proximité des infrastructures d'éducation et de santé. Des migrations vers l'extérieur du village ont aussi été décrites en l'absence de zones favorables pour les migrations internes. Les processus de changement à l'œuvre dans les villages du district sont déduits des disponibilités en terres de rizières et de pentes par habitant et des dynamiques d'usage des terres au cours de la décennie 1990. Ces résultats ont été utilisés pour élaborer une typologie de villages fondée sur leurs trajectoires agraires.

Le modèle est à la fois le moyen et le résultat de la démarche de diagnostic ; support de simulation participative il a contribué à tester différentes hypothèses (notamment la remise en cause des déterminants ethniques des pratiques agricoles, Castella et al., 2004b) et a facilité l'identification de règles locales de gestion des ressources ; modèle de représentation et d'intégration des connaissances, il a mis en évidence les mécanismes locaux du changement et leurs conséquences sur les modes de vie des agriculteurs et sur les dynamiques environnementales (compréhension des phases successives de déforestation puis de régénération forestière au sortir de la période collectiviste, Castella et al., 2005e). Cependant, la démarche ascendante de transfert d'échelle (bottom-up) organisée autour de ce modèle est confrontée à des contraintes liées à sa pérennisation, sa réplication et sa généralisation.

- La démarche participative a fait la preuve de son efficacité pour accompagner le processus de développement au niveau local (Castella et al., 2006b). Au niveau régional, les simulations ont conduit à hiérarchiser les problèmes de développement et identifier les zones d'intervention prioritaires (Bal et al., 2000). Dans un contexte en transformation rapide le modèle doit sans cesse évoluer et s'adapter pour continuer à fournir des informations pertinentes. Or, sa pérennisation dépend de sa capacité à répondre aux questions posées par les populations locales en terme de gestion des ressources naturelles. En effet, si les principaux pourvoyeurs d'information n'y trouvent pas leur compte ils n'ont pas la motivation nécessaire pour contribuer à la démarche participative au-delà de la phase de découverte des outils utilisés. La démarche de diagnostic s'inscrit nécessairement dans l'action. Les sessions de jeu de rôle se sont systématiquement accompagnées de discussions sur les innovations techniques (productions fourragères d'hiver, protection des sols par des systèmes de culture sur couverture végétale, etc.) et organisationnelles (restriction sur la vaine pâture, gestion collective des systèmes de culture sur certains bassins versants, etc.)

susceptibles d'être mises en œuvre dans les villages pour répondre aux enjeux de développement identifiés au cours des simulations. Certaines options ont été testées en modifiant par exemple des paramètres du modèle, des seuils ou des règles de gestion. Par la suite, des actions de développement ont été mises en place dans ces villages, avec l'appui du projet SAM, sur la base des discussions suscitées par les séances de simulation participatives. Si les premiers résultats sont encourageants en terme de diagnostic, des problèmes subsistent pour le passage à l'action. En effet, le niveau d'abstraction dans lequel on se place avec un paysage virtuel fait de cubes (représentant des parcelles de 1.000m² de surface), de familles virtuelles, etc. permet de dépassionner le débat pour se concentrer sur les règles locales de gestion des ressources. A l'inverse, une fois un consensus atteint parmi les participants, l'environnement est trop abstrait pour la mise en place d'actions concrètes sur des exploitations ou des parcelles individuelles.

- Confrontés à de multiples reprises à une demande d'utilisation du jeu de rôle SAMBA comme outil de vulgarisation, nous avons développé une approche complémentaire pour le passage à l'action qui répond à la fois à la question du réalisme du support de discussion et celle de sa réplique dans de nombreux villages (cf. chapitre 2.1 et Martin et al., 2004 ; Castella et al., 2006b). Le nombre de participants étant limité à une dizaine pour chaque session de jeu, il faudrait répliquer le jeu de nombreuses fois pour atteindre l'ensemble d'une communauté villageoise ou pour couvrir tous les villages d'un district ou d'une province. La simplification du jeu pour une utilisation par des agents de vulgarisation fait courir le risque d'une dénaturation et une normalisation de la démarche comme ça a été le cas par le passé pour d'autres approches participatives d'appui au développement local (T&V, RRA, PRA, etc.) (Chambers, 2006). C'est pourquoi nous avons préféré conserver au jeu de rôle son caractère d'outil de recherche et de diagnostic. Le corollaire de la réplique est la généralisation à des ensembles géographiques régionaux en impliquant les niveaux hiérarchiques supérieurs au village dans la démarche participative. En effet, la mise en place locale d'innovations nécessite au minimum l'accord des autorités de niveau supérieur (commune) et le plus souvent des politiques incitatives ou qui lèvent des contraintes à l'adoption des innovations. Ces dernières engagent des décideurs politiques qui ne sont pas impliqués dans les processus d'accompagnement du développement local. Il est nécessaire de les associer au processus de généralisation des résultats de recherche acquis localement.

- Enfin, la série chronologique de cartes d'usage des terres produites par simulation résulte de l'agrégation au niveau district de cartes obtenues au niveau villageois. Les interactions entre villages ou les facteurs de changement qui interviennent à des niveaux supérieurs à celui du village (communication au sein de réseaux sociaux complexes, politiques foncières, marché, flux de main d'œuvre et de capitaux, etc.) ne peuvent pas être pris en compte en tant que tel dans le processus de modélisation mais sont considérés comme un cadre de contrainte appliqué à chaque village. Il en est ainsi par exemple de l'accessibilité qui est considérée comme une caractéristique propre à chaque village. Notre démarche de modélisation ascendante se concentre essentiellement sur les déterminants locaux du changement et sur leurs mécanismes d'interaction, une dimension absente de la plupart des modèles scientifiques sur les dynamiques d'usage des terres (Verburg et al., 2004a). Geist et Lambin (2002, 2004) distinguent les « causes directes » du changement (pratiques locales sur les ressources qui affectent l'usage des terres) et les forces « indirectes » de changement (processus sociaux et biophysiques de grande ampleur comme les dynamiques de population ou les politiques agricoles, réformes foncières) qui sont plus éloignées en terme de causalité et reflètent des influences s'exerçant aux niveaux nationaux ou globaux. Des interactions existent entre ces deux niveaux de causalité. L'étude de ces interactions, qui suppose des allers retours entre le local et le global, le réel et le virtuel, constitue un enjeu majeur pour les communautés scientifiques qui modélisent les dynamiques d'usage des terres (McCusker et Carr, 2006).

Combinaison de modèles et exploration de scénarios

Aucun modèle existant n'étant capable de prendre en compte à lui seul l'ensemble des contraintes présentées ci-dessus, nous avons opté pour une utilisation conjointe de plusieurs démarches modélisatrices appliquées pour la première fois à une même problématique de recherche et sur un même terrain (Castella et al., 2007). La combinaison de trois modèles de transfert d'échelle issus de différentes traditions scientifiques servait les objectifs suivants :

- articuler des démarches ascendantes et descendantes des dynamiques d'usage des terres,
- associer des méthodes de gestion adaptative des ressources appliquées à des échelles locales avec des méthodes prospectives d'élaboration de politiques régionales,

- proposer différents niveaux de réalisme (ou d'abstraction) des supports de communication et de négociation selon le type de questions abordées et/ou les groupes d'acteurs concernés,
- impliquer à la fois les populations locales et les décideurs politiques des niveaux hiérarchiques supérieurs dans l'élaboration et l'exploration de scénarios d'évolution de leurs socio-écosystèmes.

A côté de la démarche SAMBA, présentée ci-dessus, les méthodes LUPAS (Land Use Planning and Analysis System) et CLUE (Conversion of Land Use and its Effects) ont été appliquées à la province de Bac Kan. LUPAS a été développé initialement par le projet de recherche SysNet dans le cadre d'un partenariat entre l'Université de Wageningen et l'IRRI et testée dans quatre régions situées en Inde, Malaisie, Philippines et Sud Vietnam (Van Ittersum et al., 2004). Un modèle de programmation linéaire à objectifs multiples est développé de manière interactive avec les autorités locales, services de planification, décideurs politiques, etc. pour explorer des scénarios de changement d'usage des terres (Roetter et al., 2005). CLUE est une méthode de modélisation spatiale des dynamiques d'usage des terres fondée sur une autre tradition scientifique de l'Université de Wageningen. Elle ne cherche pas à optimiser mais plutôt à identifier les moteurs du changement à partir de traitements statistiques qui mettent en relation différentes couches d'un système d'information géographique puis à extrapoler les influences passées de ces facteurs sur les paysage selon différents scénarios d'évolution élaborés avec les services régionaux de planification et d'aménagement du territoire. Les disciplines et les écoles de pensées à l'origine de chacune des trois démarches modélisatrices ont largement influencé les outils utilisés, les points d'entrés privilégiés pour l'étude de systèmes complexes ainsi que le choix des partenaires associés à l'élaboration du modèle et enfin la nature des interactions entre les chercheurs et les acteurs locaux. Présenté de manière très schématique, SAMBA place l'agriculteur, gestionnaire des ressources locales, au centre des dynamiques d'usage des terres alors que LUPAS donne aux besoins physiologiques de la plante et à la gestion de la parcelle cultivée un rôle prépondérant et que CLUE aborde le changement à partir de l'organisation spatiale des paysages et des autres variables qui décrivent le système socio-écologique (population, sols, topographie, ressources naturelles, etc.). A l'origine de ces démarches modélisatrices on trouve trois écoles de pensée agronomique distinctes.

Le département « Theoretical Production Ecology » de l'Université de Wageningen travaillait à l'origine sur des modèles physiologiques de

plantes cultivées. Ces modèles mécanistes décrivent la croissance et le développement de la plante grâce à l'activité photosynthétique et la répartition des assimilats dans les différents organes (Bouman et al., 1996). Ils ont été utilisés pour décrire le fonctionnement d'un peuplement végétal en fonction des paramètres du milieu : énergie lumineuse, éléments minéraux et organiques du sol, eau, etc. puis ses interactions avec les mauvaises herbes, et les ravageurs des cultures (Kropff et al., 2001). Le passage au niveau régional et par voie de conséquence l'intégration des facteurs humains ont imposé l'utilisation de nouveaux outils de modélisation. Les modèles mécanistes menaient logiquement à l'optimisation sous contraintes de la démarche LUPAS (Van Ittersum et al., 1998).

A la même période, au début des années 1990, l'intérêt croissant pour la modélisation des dynamiques d'usage des terres a marqué le rapprochement des recherches sur l'évaluation des terres (cartes de potentialités) menées par le département d'agronomie de l'Université de Wageningen et la modélisation spatiale permise par les systèmes d'information géographique très en vogue au département de géologie et sciences du sol (Van Diepen et al., 1991 ; Fresco, 1994). La méthode CLUE a valorisé les nouvelles technologies SIG pour spatialiser les travaux réalisés jusqu'alors essentiellement au niveau de la parcelle par le département d'agronomie (Veldkamp et Fresco, 1996).

Enfin, les agronomes français qui s'intéressent aux pratiques paysannes ont placé l'agriculteur et son modèle d'action au centre de leurs recherches sur les dynamiques d'usage des terres (Sebillotte et Soler, 1988 ; Darré et al., 2004). L'apparition des modèles multi-agents, elle aussi dans les années 1990, a très vite intéressé ces chercheurs car elle répondait bien à leurs préoccupations : représenter des agents-agriculteurs qui agissent sur le milieu par les techniques de production, interagissent entre eux et avec d'autres types d'agents, et transforment leur environnement (Bousquet et Le Page, 2004).

Le choix des outils de modélisation, de démarches plutôt inductives pour CLUE et SAMBA ou plutôt déductive pour LUPAS (Castella et al., 2007), ascendante pour SAMBA et descendantes pour CLUE et LUPAS sont hérités des traditions scientifiques spécifiques à ces trois écoles de pensée. Prises individuellement, chacune présente des atouts et des contraintes vis-à-vis des objectifs opérationnels que nous nous étions fixés. Leur combinaison présente l'intérêt d'impliquer une grande diversité d'acteurs intervenant à différents niveaux du système socio-écologique. Elle est facilitée par des caractéristiques communes aux trois méthodes, notamment (i) la spatialisation des dynamiques d'usage des terres qui permet de comparer des cartes produites par simulation et

(ii) la représentation de scénarios d'évolution, support de discussions avec les acteurs pour explorer des futurs plausibles.

Tout comme LUPAS et CLUE, l'approche SAMBA présentée ci-dessus, est fondée au départ sur un diagnostic mené au niveau régional à partir des données secondaires disponibles et d'entretiens avec des acteurs du développement, planificateurs et décideurs politiques. Par la suite, la démarche SAMBA se focalise sur les dynamiques locales et cherche à éliciter les processus décisionnel et les stratégies de gestion des ressources au niveau villageois plutôt que de rentrer dans les discours, souvent convenus, des officiels et représentants des autorités régionales (Castella et al., 2003a). Ce faisant, les décideurs des niveaux hiérarchiques supérieurs sont souvent tenus à distance des démarches participatives menées « à la base ». Or, il est essentiel de les impliquer dans les processus décisionnels car aucun projet de développement ne peut être mis en œuvre sans leur accord. Par ailleurs, au moment de la décollectivisation de l'agriculture vietnamienne, la plupart des recherches sur les dynamiques d'usage des ressources se sont concentrées sur les l'évolution des règles locales de gestion. Partant de l'hypothèse que les dynamiques en questions sont largement déterminées par les décisions individuelles et les interactions entre acteurs au sein des communautés locales, le village a été sélectionné comme unité privilégiée d'investigation (Donovan et al., 1996 ; Le et Rambo, 2001). Se faisant, elles ont relativement sous évalué l'importance des interactions entre villages et l'influence des institutions extérieures (politiques d'investissement public, développement des infrastructures de communication et de transport, réorganisation des filières commerciales et des réseaux d'échange de produits et/ou de conseils, etc.). Les méthodes LUPAS et CLUE prenaient explicitement en charge ces aspects non traités par la démarche SAMBA et s'adressaient à des gestionnaires des ressources naturelles situés à des niveaux hiérarchiques différents et complémentaires, ce qui a motivé l'application conjointe des trois méthodes sur un même site de recherche.

LUPAS analyse différentes options d'affectation des sols à des usages et des techniques de production en fonctions de leur potentiel de production et des autres ressources disponibles. La première étape de la méthode consiste en une évaluation quantitative des ressources biophysiques disponibles sur des unités spatiales considérées comme homogènes du point de vue des caractéristiques prises en compte (Figure 28). Sur chaque cellule de 250 mètres de côté d'une grille

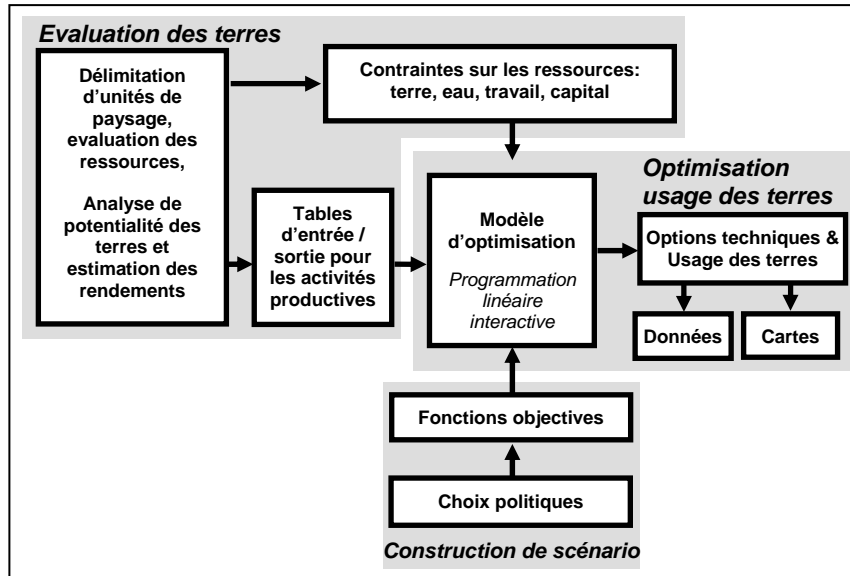


Figure 28. Structure opérationnelle de la méthode LUPAS.

couvrant la province de Bac Kan, un potentiel de production est calculé pour chaque système de culture existant dans la zone ou jugé prometteur. Les données de terrain ont été collectées à partir d'enquêtes réalisées dans les 122 communes de la province et intégrées à un système d'information géographique régional qui comportait déjà les couches thématiques suivantes : sols, topographie, climat, limites administratives. L'étape suivante a consisté à élaborer une table d'entrée - sortie pour chaque système de culture (Roetter et al., 2005). En entrée ont trouvé les quantités d'intrants, de travail, de capital, etc. qui sont transformées en sorties en quantité de production, résidus de culture et en externalités (nitrates, érosion, etc.). Différents scénarios ont été réalisés pour définir la zone géographique sur laquelle doivent porter les simulations ; prise en compte de l'ensemble du territoire de la province ou exclusion des zones non agricoles officielles ou effectives. En effet, les plans d'occupation des sols décrétés par les services de planification et d'aménagement du territoire sont peu conformes à la réalité du terrain. La plupart des terres de forêt ou décrétées à vocation forestière sont en réalité occupées par des familles pratiquant l'agriculture cultures sur brûlis ou des modes plus sédentaires de production. Un modèle de

programmation linéaire à choix multiples affecte ensuite à chaque cellule de la grille un système de culture en fonction (i) du potentiel de production correspondant à chaque lieu, (ii) des orientations proposées par les décideurs provinciaux en terme d'aménagement du territoire, de développement économique et de protection de l'environnement et (iii) d'un nombre de contraintes inhérentes au système : disponibilités en eau, en main d'œuvre, en capital, etc. (Bui et al., 2002). Le modèle peut produire des cartes représentant les distributions spatiales de l'usage des terres qui satisfont un objectif particulier, comme par exemple optimiser la production vivrière ou le revenu agricole régional (Figure 29). Chaque carte correspond à un point sur une courbe de la Figure 30 qui représente un continuum entre deux objectifs contradictoires. Une série de courbe est produite lorsqu'on lève successivement certaines de contraintes auxquelles le système est soumis (le capital disponible, les échanges de main d'œuvre entre villages ou avec l'extérieur, etc.). La courbe du haut, pour laquelle seule la disponibilité en terres demeure une contrainte, délimite le « champ des possibles » en termes de potentialités agro-écologiques du système en fonction des objectifs définis par les autorités de la province. Les deux types de représentation des résultats de simulation, sous forme de cartes ou de graphes, permettent de visualiser les implications des décisions politiques sur des scénarios d'usage des ressources et des terres.

Tout au long de la période d'étude, l'équipe de recherche a collaboré avec les autorités de la province et des districts pour définir les objectifs du modèle, collecter les données et discuter les résultats des simulations. La méthode a été progressivement améliorée en intégrant les retours d'information des utilisateurs. Tout d'abord ils ont souligné l'intérêt de la démarche pour explorer les limites biophysiques de l'agro-écosystème sous différents cadres de contrainte. Un participant du département provincial de la planification et de l'investissement a clairement exprimé l'avantage qu'il voyait dans l'application de LUPAS : « *Plutôt que d'augmenter indéfiniment nos objectifs de développement dans une démarche incrémentale comme nous le faisons actuellement, LUPAS nous permettra d'élaborer des scénarios plus réalistes prenant en compte les limites supérieures du système* ». Le graphe de la Figure 30 définit un domaine de viabilité plutôt qu'un unique optimum, ce qui correspond mieux au cadre décisionnel des services de planification. En outre, le modèle LUPAS prend en compte explicitement les interactions et les échanges de ressources (eau, main d'œuvre, etc.) entre villages et communes.

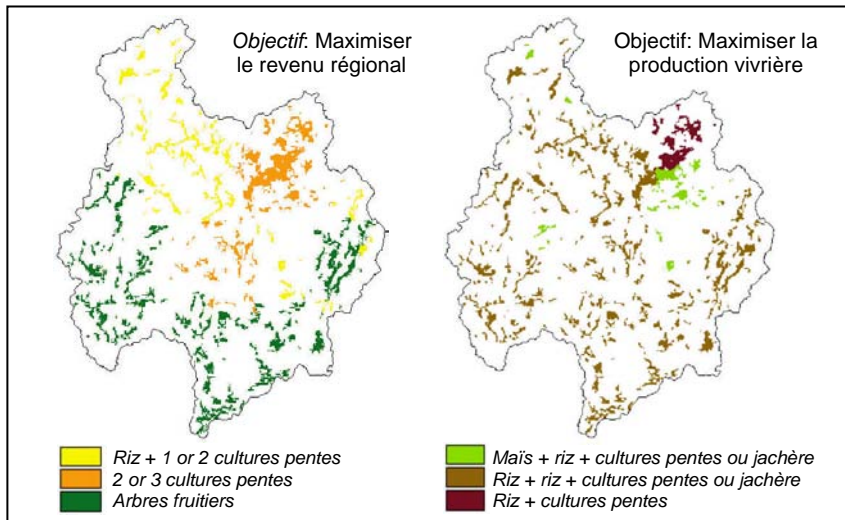


Figure 29. Distribution spatiale de l'usage des terres correspondant à l'optimisation de la production vivrière ou du revenu agricole régional.

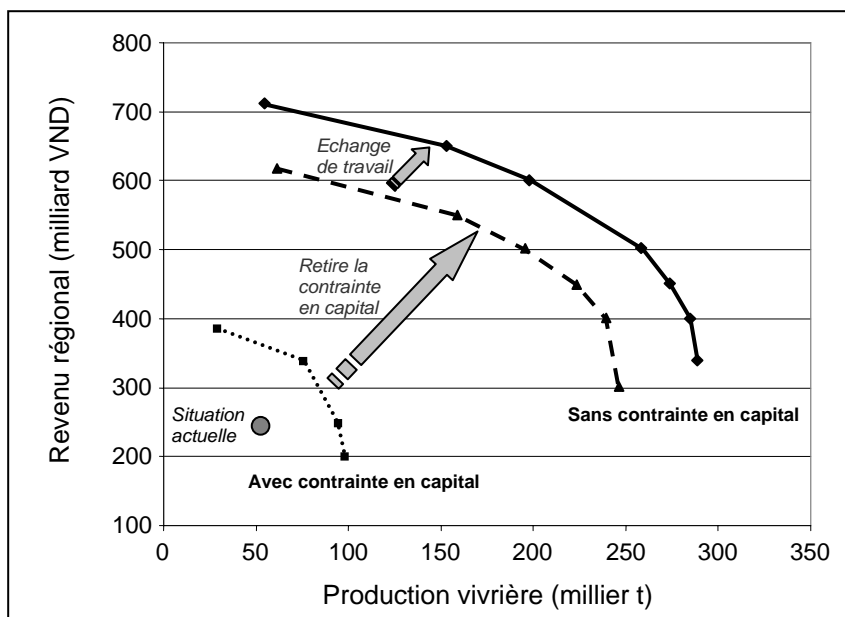


Figure 30. Résultats de simulation LUPAS entre optimisation de la production vivrière ou du revenu agricole pour la province de Bac Kan.

Bien que les scénarios extrêmes soient peu réalistes, comme c'est le cas pour la plupart des modèles de simulation, ils ont été à l'origine de discussions animées sur les objectifs à atteindre et sur les nécessaires compromis à réaliser de manière à tendre vers plusieurs objectifs à la fois. Des options plus réalistes ont été envisagées, même dans une logique d'optimisation, en fixant certains types d'usage des terres comme un cadre de contrainte pour l'évolution du système. Les parcelles de rizières par exemple ont peu de chance d'être converties à un autre usage dans un futur proche. Les décideurs provinciaux ont aussi été intéressés par les produits intermédiaires de la recherche, telles que les cartes de potentialité pour les différentes cultures et successions culturales (entre 1 et trois cycles culturaux annuels). Un autre aspect jugé positivement par les autorités provinciales est l'utilisation des données officielles par LUPAS, les mêmes que celles qu'ils utilisent habituellement pour leurs activités de planification. Enfin, les participants ont été sensibles à la réputation scientifique de la démarche LUPAS qui avait déjà été testée dans de nombreux contextes et dans différents pays. Ils étaient convaincus de sa capacité à évaluer les potentialités agricoles régionales. Leur principale préoccupation résidait dans la manière de traduire les sorties du modèle en décision ou en intervention concrète sur le terrain.

L'application de la méthode CLUE dans la province de Bac Kan visait précisément à répondre à cette difficile mise en relation des simulations prospectives avec la situation réelle. Le modèle pouvait aisément être développé à partir des données qui étaient déjà disponibles dans le système d'information géographique provincial. Sur la base d'une carte d'utilisation des terres en 1998, les changements le plus plausibles étaient projetés sur une période de 5 à 15 ans et représentés sur un support cartographique. La résolution (250 m) et l'étendue de l'étude (la province) était la même que pour LUPAS. Le modèle est constitué de quatre composantes dont les interactions déterminent les dynamiques spatiales (Verburg et al., 2002). (1) Les caractéristiques d'un lieu donné déterminent ses potentialités de production pour différents systèmes de culture. Pour chaque cellule de l'espace discrétisé, un modèle statistique logit détermine la probabilité de trouver un certain type d'usage des terres en fonction des caractéristiques biophysiques (sols, géologie, topographie, climat, accessibilité, etc.) et socio-économiques (population, main d'œuvre, pauvreté, etc.) du lieu (Willemsen et al., 2002). Les cartes d'aptitude utilisées sont fondées sur une analyse des configurations spatiales réelles à partir de régressions logistiques et non pas d'un potentiel biophysique intrinsèque associé à chaque plante

comme c'est le cas pour la méthode LUPAS. (2) Des paramètres de conversion spécifiques à chaque type d'usage des terres déterminent les dynamiques temporelles des simulations. Une élasticité est associée par exemple à différents systèmes de culture en fonction de sa facilité de conversion à un autre usage. Par exemple il est relativement difficile de convertir des plantations pérennes en raison du niveau important de capital nécessaire. Pour chaque usage, une séquence de transition indique en quel autre type d'usage il peut se changer au pas de temps suivant, par exemple, la jachère et le recru forestier suivent une phase de culture sur brûlis (Verburg et al., 2004b). (3) Les politiques d'aménagement du territoire régulent l'accès à certaines zones, par exemple les aires protégées. (4) Enfin, les scénarios élaborés avec les autorités provinciales contraignent la quantité totale de cellules qui peuvent être converties pour un usage donné. Trois scénarios ont ainsi été élaborés de manière participative : développement des zones de pâturage / élevage en réponse à une demande croissante de viande sur le marché régional et national, expansion forestière pour atteindre l'objectif de 50% de la province couverte de forêts en 2010, et enfin, accroissement de la population et augmentation de la pression sur les ressources dans les zones de montagne. Une fois paramétré, le modèle CLUE calcule les transformations d'usage des terres qui remplissent les conditions imposées par le scénario choisi. La Figure 31 présente la carte initiale (1998) et les résultats de simulation après 12 pas de temps (2010) selon les trois scénarios présentés ci-dessus. Les dynamiques spatiales simulées sous différents scénarios ont été analysées en détail et discutées avec des décideurs politiques aux niveaux district et province (Willemen et al., 2002).

L'utilisation de la méthode CLUE a amélioré le processus de planification en identifiant les points chauds (les zones qui avaient les plus fortes probabilités de changement dans les années à venir) sous différentes trajectoires de développement qui méritent une attention particulière de la part des décideurs. L'identification et la caractérisation des facteurs de changement à partir des régressions logistiques étaient considérées comme une démonstration scientifique des mécanismes à l'œuvre. Par contraste les processus de changement mis en évidence au niveau local par la méthode SAMBA se réfèrent à des stratégies spécifiques à chaque village qui étaient plus difficiles à adapter à leur pratique de la planification et de l'aménagement du territoire. Cependant, trois contraintes principales ont été identifiées en relation avec l'application de la méthode CLUE dans une province telle que celle de Bac Kan. Tout d'abord, les résultats de simulation dépendent largement de la qualité de la carte initiale d'usage des terres.

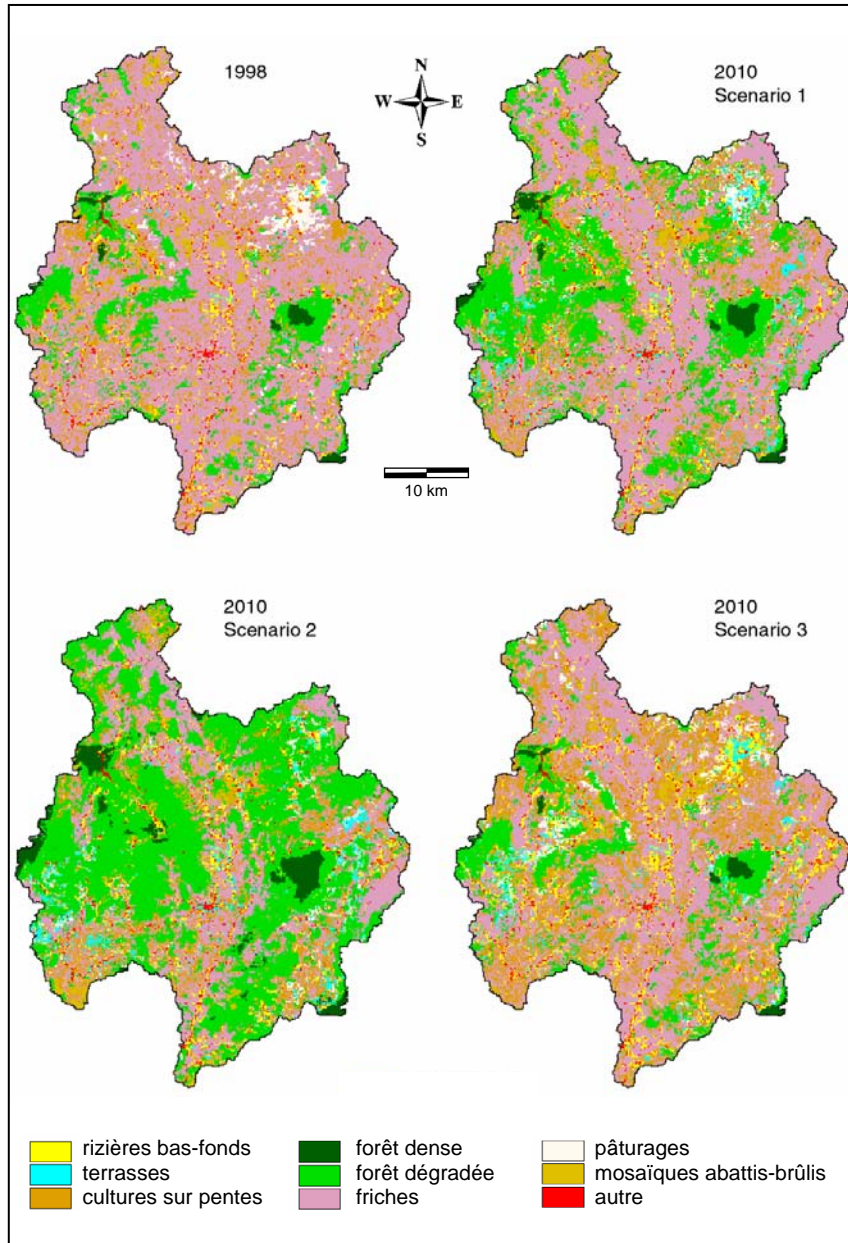


Figure 31. Résultats de simulation CLUE selon trois scénarios (1998-2010).

Les mosaïques paysagères complexes sont à l'origine d'une incertitude importante sur la classification des pixels qui est préjudiciable à l'utilisation de CLUE dans des contextes de forte hétérogénéité spatiale (Verburg et al., 2004b). Dans un contexte d'agriculture sur brûlis, par exemple, il est très difficile de faire la distinction entre des stades successifs de régénération forestière ou l'apparition d'une végétation secondaire sur des sols dégradés, ce qui peut conduire à des résultats de simulation différents. Deuxièmement, le paramétrage empirique de la carte de potentialités reflète le processus actuel de décision en relation avec les facteurs de changement pris en compte au pas de temps initial. On fait l'hypothèse que l'influence des facteurs de changement pris en compte par le modèle n'évolue pas dans le temps, ce qui est particulièrement risqué dans un contexte en évolution rapide où les acteurs s'adaptent sans cesse aux évolutions de leur contexte de production (Castella et al., 2005a). Une approche à base de règles, similaire à celle de SAMBA, pourrait être combinée à CLUE de manière à intégrer au modèle les éléments de réflexivité indispensables lorsque l'influence relative des facteurs de changement évolue dans le temps (Castella et Verburg, 2007). La troisième contrainte pour l'utilisation de CLUE est que cette méthode ne définit pas explicitement les limites du système (en termes de ressources biophysiques et socioéconomiques) dans lequel les projections des futurs usages des terres sont réalisées. Cependant, elles peuvent être intégrées implicitement par l'intermédiaire des scénarios, en faisant l'hypothèse que la demande formulée prend en compte les capacités et les limites du système socio-écologique.

L'application des trois modèles SAMBA, LUPAS et CLUE dans la province de Bac Kan a révélé leurs atouts et leurs contraintes respectives par rapport aux objectifs et aux attentes des décideurs politiques. Cet exercice requerrait de la part des partenaires de la province qu'ils s'impliquent suffisamment dans la compréhension des trois méthodes, de manière à percevoir les différences entre des modes de raisonnement et des procédures d'analyses qui ne sont pas forcément visibles lorsque l'on compare les sorties cartographiques des simulations (Castella et Verburg, 2007). A l'inverse, un risque existe de voir les décideurs rebutés par l'utilisation des modèles qui génèreraient des résultats divergents, et qui finalement compliqueraient leur processus de décision. C'est pourquoi notre expérience de recherche-action nous a conduits à élaborer un cadre conceptuel pour faciliter l'intégration méthodologique (Figure 32) et un dispositif opérationnel pour structurer les interactions entre acteurs autour des approches modélisatrices proposées.

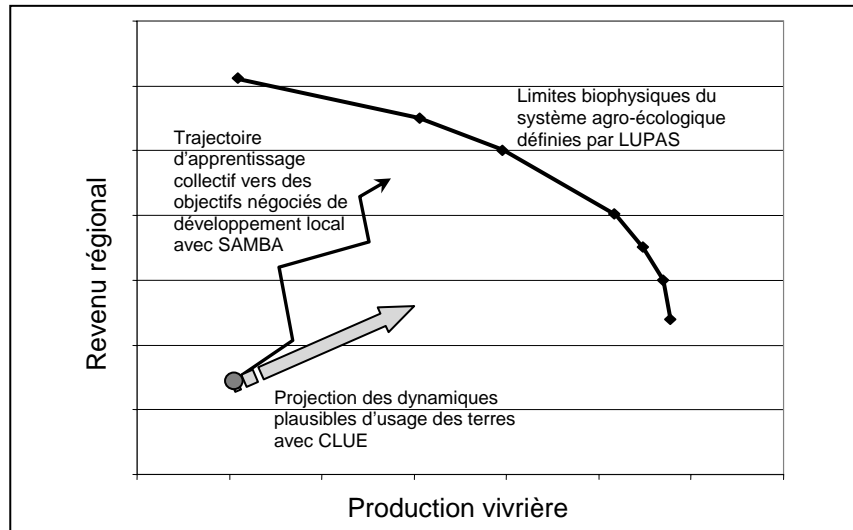


Figure 32. Cadre conceptuel d'intégration des trois méthodes de modélisation des dynamiques d'usage des terres (LUPAS, CLUE, SAMBA).

La méthode LUPAS conduit à une courbe enveloppe qui délimite un champ des possibles dans les limites des ressources du système. Plutôt que de fournir un optimum, les simulations définissent un domaine de viabilité situé en dessous de chaque courbe (Figure 32). La position de la situation actuelle dans ce domaine est représentée par un point. La connaissance de ce domaine de viabilité aide les décideurs à identifier les politiques d'intervention qui conduiraient par exemple à en augmenter la surface en faisant remonter la courbe vers le haut par réduction d'une contrainte (augmentation du capital investi par la province dans telle ou telle infrastructure ou activité économique, échanges de main-d'œuvre entre communes) ou à modifier les objectifs de développement en se déplaçant le long de la courbe. Les configurations intermédiaires sont plus faciles à négocier avec des groupes d'acteurs multiples et à mettre en œuvre que les solutions extrêmes fournies par les modèles classiques de programmation linéaire qui maximisent des fonctions d'utilité. En chaque point d'une courbe LUPAS fournit une carte d'usage des terres qui répond aux objectifs et contraintes multiples du modèle. Cependant, il ne peut pas déterminer les chemins qui pourraient mener de la situation réelle vers une configuration simulée par le modèle.

CLUE assigne des types d'usage des terres à des cellules de l'espace à partir de scénarios fondés sur des projections de la situation réelle. Mais, nous l'avons vu, CLUE ne définit pas les limites biophysiques et socio-économiques du système dans lequel les projections sont réalisées. Ces limites peuvent être définies de manière indépendante par la méthode LUPAS puis incorporées dans les scénarios qui alimentent les simulations CLUE. Contrairement à LUPAS, CLUE prend en compte explicitement la dimension temporelle lors des projections des changements d'usage des terres. Il est alors possible en combinant les deux méthodes de définir une succession temporelle de configurations spatiales d'usage des terres qui conduise de la situation actuelle jusqu'à une situation jugée souhaitable selon un scénario donné (Figure 32). En comparant différentes projections issues de la méthode CLUE avec les résultats d'optimisation de LUPAS, il est possible de sélectionner les scénarios qui contribuent le mieux aux objectifs recherchés (Castella et al., 2007). Enfin, nous avons vu que CLUE pouvait fournir des résultats plus réalistes s'il intégrait l'évolution dans le temps de l'influence relative des facteurs de conversion d'un usage des terres à un autre. Les approches CLUE et SAMBA ont été combinées pour créer une version du modèle CLUE à base de règles issues de la démarche de modélisation participative SAMBA à base de jeu de rôle et modèle informatique multi-agents. Le cadre conceptuel proposé doit permettre aux décideurs régionaux (i) d'anticiper des développements induits par l'évolution du contexte socioéconomique (scénarios de demande pour différents produits agricoles ou politiques de protection de l'environnement, etc.), (ii) d'évaluer le poids relatif des différents facteurs de changement sur les dynamiques en cours, et (iii) d'explorer différents mécanismes d'intervention, leur impact sur les objectifs qui leurs sont assignés et leurs effets inattendus éventuels. Une fois que le cadre de travail et les objectifs sont fixés au niveau régional, la méthode SAMBA peut être utilisée pour tester différentes trajectoires de développement local qui seraient compatibles avec les scénarios élaborés aux niveaux hiérarchiques supérieurs grâce à l'utilisation combinée LUPAS - CLUE. Les changements locaux résultant de la mise en application des politiques régionales peuvent ainsi être anticipés et alimenter en retour les politiques régionales par une meilleure prise en compte des situations locales.

Le passage du cadre théorique proposé ci-dessus à sa mise en pratique effective renvoie à la constitution d'instances de concertation. En effet, la communication doit s'établir entre des groupes d'acteurs aux points de vue et aux intérêts divergents, qui souvent interagissent de manière

indirecte et à des niveaux hiérarchiques différents. Des scénarios doivent être élaborés collectivement, discutés, comparés et négociés. Il est bien évident que ce type d'interactions entre porteurs d'enjeux n'apporte pas la garantie de parvenir à la meilleure solution, ni même à un consensus sur une solution acceptable pour les partenaires présents. Cependant, ces démarches participatives requièrent des dispositifs institutionnels appropriés. Parmi eux, les plateformes de communication sur les dynamiques d'usage des terres et de la gestion des ressources ont montré leur capacité à favoriser les échanges, la reconnaissance réciproque de la légitimité des positions d'autres groupes d'acteurs, et parvenir au moins à une représentation partagée du problème abordé, si ce n'est de sa solution (Röling, 1994). Les modèles ont leur place dans ces dispositifs comme support, ou même comme prétexte au dialogue (David, 2001 ; Van Paassen, 2004). Les scientifiques et leurs méthodes n'apportent alors au processus collectif qu'un point de vue particulier tout aussi légitime que les autres arguments non-scientifiques. La co-construction de scénarios de développement local avec SAMBA, ou régional avec LUPAS et CLUE, s'inscrit résolument dans une démarche d'apprentissage collectif. Le cadre formel proposé par les chercheurs a aidé à organiser les débats, à structurer les interactions, et finalement à faire en sorte que tous les participants : membres des communautés locales, mandatés ou non, experts, chercheurs, et décideurs, puissent trouver leur place dans les plateformes de négociation (Renn, 2006). Les principales leçons de cette expérience sont résumées ci-dessous.

La validation des modèles est un préalable essentiel à leur utilisation dans une plateforme de négociation car elle détermine la confiance que mettent les participants dans les résultats obtenus. Dans le cas des agriculteurs confrontés pour la première fois de leur vie à un ordinateur, nous avons observé que leur confiance augmentait à mesure qu'ils découvraient que les règles qu'ils avaient mobilisées au cours du jeu de rôle étaient fidèlement reproduites par le modèle informatique. En appliquant la démarche SAMBA sur des sites de recherche où des études monographiques avaient été conduites nous avons vérifié que les propriétés du système socio-écologique qui émergeaient des interactions entre acteurs au cours du jeu de rôle étaient consistantes avec les résultats des méthodes d'enquête plus classiques. Le modèle multi-agent n'était pas validé au sens scientifique du terme, c'est-à-dire par réfutation fondée sur une comparaison statistique entre des données simulées et des données observées (Parker et al., 2003; Bousquet and Le Page, 2004). Mais il a acquis suffisamment de légitimité auprès des participants pour être utile au processus de négociation (Barreteau et al., 2001 ; Amblard et al., 2006). L'objectif de l'approche n'étant pas de

prédire l'avenir mais d'accompagner les transformations en cours à travers la concertation, l'accent est mis sur la valeur heuristique des méthodes proposées, notamment leur capacité à stimuler les interactions entre différents groupes d'acteurs (Castella et al., 2005c). Les modèles descriptifs comme CLUE peuvent, et même doivent, être validés pour tester la qualité de leurs projections (Pontius et al., 2004 ; Pontius et al., 2007). Le modèle LUPAS ne peut pas être validé au même sens du terme car il ne produit pas de cartes réalistes mais des résultats optimisés selon des configurations particulières d'objectifs et de contraintes (Van Ittersum et al., 2004; Roetter et al., 2005). Par contre, les éléments de convergence observés entre les trois démarches de modélisation concourent à renforcer la confiance des utilisateurs dans la capacité de ces outils à répondre à leurs questions.

La qualité des données utilisées était aussi une préoccupation importante des décideurs engagés dans la démarche collective de co-construction. En effet, l'analyse des conséquences probables de chaque décision stratégique dépend dans une large mesure des données introduites dans le modèle au départ. Les discussions les plus enflammées, auxquelles notre expérience avec LUPAS et CLUE a donné lieu, ont concerné la qualité des données. Les décideurs n'osaient pas remettre en cause la qualité du modèle lui-même car il était « donné comme scientifique » et par conséquent difficile à réfuter. Ils ont exercé leur esprit critique sur les données car ils ont l'habitude de les manipuler et car « elles sont plus parlantes » pour eux. Comme les deux modèles utilisaient les mêmes sources de données que celles utilisées par les décideurs de la province, la légitimité des deux démarches modélisatrices s'en est trouvée confortée. Cependant, les données avaient été assemblées depuis diverses sources, ce qui posait des problèmes d'assemblage et de cohérence entre les jeux de données. C'est pourquoi les équipes de recherche ont élaboré un premier modèle avec des jeux de données incomplets (portant sur des sous-régions ou avec des données manquantes) de manière tester l'intérêt des partenaires de la province et leur engagement dans l'exercice de simulation. Les résultats préliminaires les ont encouragés à fournir plus de données et de meilleure qualité pour améliorer le modèle dans une sorte de boucles de rétroaction positive.

La qualité de la participation est apparue comme une condition essentielle de la mise en œuvre de la démarche intégrative. La combinaison du modèle multi-agents et du jeu de rôle ont encouragé une appropriation du modèle SAMBA par les acteurs locaux et une communication bidirectionnelle avec les chercheurs. L'instauration d'un

climat de confiance a facilité les échanges de points de vue et a rapproché les cadres de référence des participants jusqu'à aboutir à une représentation partagée du système socio-écologique et des problèmes auxquels ils doivent faire face collectivement (Boissau and Castella, 2003). Pour aller au bout de cette logique, l'utilisation combinée des méthodes SAMBA, CLUE et LUPAS devrait impliquer des groupes d'acteurs qui agissent à des niveaux hiérarchiques différents de manière à leur faire prendre conscience des problèmes interdépendants qui trouvent leurs origines, et éventuellement leurs solutions, à des plusieurs échelles. Notre expérience de plateforme de communication a montré que la qualité de la participation dépendait largement de la sélection des participants (Ravnborg and Westermann, 2002), de leur degré de prise de conscience des problèmes et de leur implication dans la recherche de solutions (Castella et al., 2004a; Van Ittersum et al., 2004; Van Paassen, 2004). Nous reviendrons plus loin sur cet aspect essentiel de l'engagement dans le processus d'action collective.

L'objectif de cette expérience menée dans la province de Bac Kan était de montrer comment rendre opératoire des démarches transdisciplinaires²¹ souvent présentées de manière théoriques ou appelées de leurs vœux par les scientifiques, mais rarement mises en pratique (Thompson Klein, 2001 ; Wickson et al., 2006). L'utilisation combinée des trois méthodes en un même lieu est inédite. Elle a été rendue possible par la conjonction de trois facteurs : (i) l'existence de problèmes de développement issus du terrain et partagés par tous les participants, (ii) des questions scientifiques sur les interactions entre des processus de changement intervenant à des échelles multiples, et (iii) la capacité de mobiliser plusieurs démarches scientifiques sur un même site de recherche (Castella et al., 2004a). Les principaux enseignements que nous avons tiré de cette expérience singulière sont les suivants : (i) il est utile mobiliser des outils/méthodes différents pour aborder les multiples facettes d'une réalité complexe et répondre aux attentes d'acteurs situés à différents niveaux hiérarchiques, car aucune méthode ne peut répondre à elle seule à l'ensemble des enjeux identifiés ; (ii) l'intégration méthodologique est nécessaire pour favoriser les interactions entre groupes d'acteurs multiples ; enfin (iii) les développements méthodologiques devraient se concentrer sur les complémentarités entre les démarches modélisatrices par rapport aux attentes des utilisateurs plutôt que sur les qualités intrinsèques de chaque modèle (Castella et

²¹ Il existe de nombreuses définitions de cette notion. Nous l'employons ici au sens d'une démarche interdisciplinaire visant à la résolution d'un problème partagé par un ensemble d'acteurs qui interviennent directement dans le processus de recherche.

Verburg, 2007). Notre expérience n'est pas forcément reproductible en d'autres lieux ou en d'autres temps mais nous avons observé une sorte de convergence entre les projets qui se sont essayés à la gestion intégrée des ressources naturelles (Hagmann et al., 2002 ; Hubert, 2002 ; Hubert et al., 2004 ; Sayer and Campbell, 2004).

3.2. Accompagner le changement pour mieux le comprendre

Pour expliquer il faut superposer au modèle un schéma théorique. Car « *en simulant on ne comprend rien d'autre que le fonctionnement du modèle ; ou plutôt, on ne le comprend pas, on le voit. Les simulations permettent tout au plus de rayer de la carte du possible quelques zones interdites en raison des incohérences ou des incompatibilités que révèle un certain état du modèle* » (Couty, 1989). Pour que les modèles soient porteurs de sens il faut qu'ils s'inscrivent dans un récit, un paradigme qui fournit le cadre d'interprétation de leurs résultats (Röling et Maarleveld, 1999 ; Allen et Giampietro, 2005). Par le récit on définit le cadre de pensée et d'interprétation puis l'on confronte les représentations que l'on se fait du système étudié – les modèles – à la réalité. « *Le contact avec le réel s'effectue par l'entremise du récit* » (Couty, 1989). L'un des intérêts de la formalisation des connaissances sous forme de modèles est qu'elle impose d'éliciter un certain nombre d'hypothèses et de parti-pris des chercheurs. Les modèles jouent alors un rôle de médiation entre des connaissances de différentes natures, situées à différents niveaux hiérarchiques et portées par des acteurs différents, mais qui doivent être combinées pour expérimenter, raconter des histoires et finalement acquérir ensemble de l'expérience (Allen, 2003). L'objectif des paragraphes qui suivent est d'explicitier, de rendre visible, la relation qui existe entre les expériences que l'on fait et l'expérience que l'on acquiert, chemin faisant, dans un contexte d'apprentissage collectif. A travers l'intervention et la confrontation de connaissances de natures différentes : scientifiques, expertes ou profanes, le projet de recherche, avec un p minuscule, peut devenir Projet collectif ou Projet de société, avec un P majuscule. C'est de ce parcours, souvent semé d'embûches, dont je témoigne ci-dessous à l'aune de mon expérience de terrain.

Pour une heuristique de recherche fondée sur l'action

Dans un contexte de transition, lorsque les règles qui régissaient le fonctionnement du socio-écosystème sont remises en cause, que de nouvelles règles émergent ; bref, que les acteurs naviguent à vue, il n'est pas question de se référer à des connaissances historiquement établies ou à des modèles de gestion stabilisés. On sort du domaine du contrôle ou de la planification, qui supposent l'idée d'un optimum dans un contexte connu par des agents rationnels, à celui d'une gestion adaptative en situation d'incertitude. Les transformations observables aux niveaux supérieurs résultent de la généralisation de comportements individuels non concertés. C'est ainsi par exemple qu'a été décrit le retour des agriculteurs Tay sur les terres de leurs ancêtres au début des années 1990, ou les règles de distribution des animaux aux familles paysannes au sortir de la période des coopératives. Ces phénomènes émergents ont eu, bien sûr, des facteurs déclenchant tels que les réformes foncières et le démantèlement des coopératives. Cependant, ni le processus ni ses résultats n'étaient inscrits dans les décrets du *Doi moi*. Pour le retour aux terres des ancêtres, l'innovation est partie de quelques villages de la province voisine de Cao Bang, puis s'est répandue sur l'ensemble de la province de Bac Kan en l'absence de directive politique d'en haut ou de concertation à la base. Le rapport de force était depuis bien longtemps favorable aux agriculteurs Tay qui occupaient historiquement les zones de bas-fonds. Les gestionnaires intervenant aux différents niveaux étaient dans une situation d'adaptation continue au changement. Les démarches de recherche classiques, fondées sur des diagnostics plus ou moins rapides sur des systèmes stabilisés et sur des modèles de démonstration, étaient le plus souvent inopérantes (Peters, 2001). La pression était forte sur les agriculteurs pour s'adapter aux évolutions rapides de leur contexte de production ; et elle était tout aussi grande sur les chercheurs pour proposer rapidement des innovations techniques ou organisationnelles. Dans un contexte mouvant, il était essentiel de trouver un compromis entre une diffusion rapide des résultats de recherche et une étape nécessaire de validation afin d'éviter des effets négatifs qui n'auraient pas été suffisamment calculés ou anticipés. Ainsi, les chercheurs de terrains se retrouvaient rapidement dans une situation intenable vis-à-vis des communautés locales si leurs activités restaient confinées dans une démarche de diagnostic et ne débouchaient pas rapidement sur des résultats concrets et mesurables en terme de développement. La capacité à répondre aux attentes des populations locales et à les accompagner dans les changements inéluctables de leurs modes de production

déterminait dans une large mesure la poursuite des travaux de recherche (Castella et al., 1999a). C'est pourquoi nous avons résolument fait le choix d'une recherche-action. Cette démarche nous a conduit à établir des alliances fortes avec d'autres projets de recherche et les partenaires du développement (Castella et al., 2001 ; Castella et al., 2004a). Sur la base des problèmes identifiés et hiérarchisés collectivement, nous avons sélectionné des innovations techniques et les avons testées en partenariat avec les organismes de recherche-développement qui interviennent dans la province de Bac Kan et les services de vulgarisation. A l'inverse, nos résultats ont été utilisés par les partenaires du développement pour orienter leurs actions et les étendre à l'ensemble de la province. La coordination mise en place a contribué à développer un climat de confiance favorable aux échanges interdisciplinaires et interinstitutionnels. Nous ne présenterons pas ici les actions de développement entreprises dans le cadre des partenariats avec d'autres projets ; elles font l'objet d'autres publications (Bal et al., 2000 ; PAOPA, 2003). Nous retenons cependant que le dispositif institutionnel et les actions de développement mis en œuvre à travers notre programme de recherche ont été aussi déterminants que le protocole scientifique pour l'acquisition des connaissances. A travers la dynamique de projet et les alliances qu'elle engendre entre disciplines scientifiques et avec les différents porteurs d'enjeux, le chercheur construit à la fois son objet et son outil de recherche (Castella et al., 2004a). Son rôle de médiation auprès des acteurs du développement local et régional et des décideurs politiques alimente le processus d'acquisition de connaissances dans une sorte de boucle de rétroaction positive.

En faisant l'hypothèse que les connaissances acquises chemin faisant peuvent contribuer à orienter l'action, à infléchir les tendances lourdes du changement, on peut imaginer le passage d'une gestion effective à une gestion intentionnelle de l'innovation. Dans cet ouvrage, j'ai illustré ce passage par la succession de trois transitions agraires : celle, passée, de la décollectivisation de l'agriculture, le renversement en cours du poids de l'agriculture par rapport à l'industrialisation comme moteur des dynamiques rurales, et enfin la perspective d'un développement durable. La première correspond à une transition essentiellement subie, dont les enseignements sont utiles à l'accompagnement de la deuxième transition, puis éventuellement à la gouvernance de la troisième. Cette évolution entre objets de recherche successifs s'accompagne d'un changement de paradigme scientifique. D'une démarche disciplinaire on passe à l'interdisciplinarité puis à la transdisciplinarité, sans pour autant

remettre en cause les modèles de production de connaissance qui préexistaient. Nous insisterons ici sur la place qu'occupe l'action dans ces différents modèles de production de connaissances plutôt que sur leurs implications théoriques qui ont été déjà abordées par de nombreux auteurs (Hatchuel, 2000 ; Le Moigne, 2002 ; Max-Neef, 2005 ; Wickson et al., 2006).

Les *démarches disciplinaires* de recherche – action menées dans le cadre du projet s'adressaient essentiellement à des individus qui décident seuls en fonctions d'objectifs, de moyens et de contraintes qui leurs sont propres, même s'ils sont imposés par les niveaux hiérarchiques supérieurs. Le problème à résoudre est considéré connu. Il s'agissait par exemple de faire évoluer leur cadre technique pour faire face aux transformations de leur contexte de production. Ainsi, des alternatives techniques à la pratique de l'abattis – brûlis, de nouvelles variétés de riz plus productives ou des plantes fourragères ont été testées avec les agriculteurs dans leurs parcelles. Le degré de participation des agriculteurs dans le développement technologique était très variable, depuis le transfert de technologie classique d'innovations mises au point en station jusqu'à la participation des acteurs locaux aux étapes successives de l'innovation : identification des besoins, mise au point des techniques et essais multi-locaux. Pour les services officiels de vulgarisation comme pour les ONG internationales, le potentiel de l'innovation et les conditions de sa diffusion étaient évalués en référence à « la pratique paysanne ». Le succès de la proposition technique était jugé en fonction de son adoption par les agriculteurs. Cette démarche repose sur l'hypothèse que « la pratique paysanne » est connue, stable et peu diversifiée, ce qui n'était pas le cas dans les milieux hétérogènes de montagne et dans contexte agricole en pleine mutation. Par ailleurs, elle suppose que la décision soit prise individuellement et qu'elle n'interfère pas avec les pratiques des voisins et autres membres de la communauté locale.

Les *démarches interdisciplinaires* s'intéressaient à l'action collective comme révélateur de transformations en cours au sein d'un socio-écosystème local. En effet, les chercheurs sont confrontés à des discours contradictoires lorsqu'ils enquêtent les acteurs locaux pour comprendre leurs objectifs, leurs motivations, leur perception des transformations en cours. Ces incohérences sont sans doute partiellement liées à la méfiance que suscite l'étranger qui vient poser des questions embarrassantes. Mais de longs séjours en immersion dans les villages ont aussi montré que, malgré la relation de confiance qui s'établissait

progressivement, les réponses devenaient évasives lorsque l'on touchait à des domaines sensibles qui faisaient l'objet de conflits locaux, comme par exemple l'allocation individuelle des terres de pentes. Par ailleurs, chacun avait sa propre perception des évolutions en cours et en livrait sa propre analyse en l'absence de référentiel commun auquel se rattacher. Les autorités locales répétaient un discours politique convenu, qui visiblement avait peu de relation avec la réalité quotidienne. Les messages venus d'en haut étaient destinés à unifier les interprétations locales sur les changements en cours et aussi à rassurer la population. Sous l'influence des responsables politiques, ou par facilité, certains agriculteurs se réfugiaient aussi dans le discours officiel sur les origines de la pauvreté locale et le besoin d'aide extérieure pour le développement. Le résultat était une sorte de cacophonie dont il était bien difficile de dégager de quelconques modèles de fonctionnement, si ce n'est que les règles locales se transformaient dans un contexte de grande incertitude sur l'avenir. Les plateformes de communication sur la gestion des ressources naturelles proposées par le projet ont fait émerger un cadre d'analyse à travers la mise en situation de décision d'un groupe d'acteurs et la confrontation de leurs points de vue. L'action collective catalysait les échanges. Une vision partagée des transformations en cours et des enjeux émergeait comme support d'analyse interdisciplinaire de la transition.

La *transdisciplinarité* marque le passage de l'action virtuelle à la réalité. Les chercheurs ne s'appuient plus sur la participation des acteurs locaux seulement pour générer de la connaissance sur un système complexe en évolution. Ils deviennent partenaires des populations locales dans le processus d'identification puis de résolution de problèmes collectifs, liés par exemple à la gestion des ressources. Pour comprendre le chercheur doit s'inscrire dans l'action ; il acquiert sa légitimité de l'action. Dans les moments de profondes transformations, lorsque les repères habituels sont bouleversés, la recherche-action permet d'aborder la complexité sur le mode de l'expérimentation. C'est par la confrontation avec les autres acteurs du développement, que l'on passe de l'accumulation de connaissances (*knowing*) à la compréhension intime (*understanding*) des processus de changement. La connaissance scientifique est alors tout aussi légitime que les savoirs profanes. Cette posture de recherche, dite d'accompagnement, permet d'entretenir une dynamique favorable à l'acquisition des connaissances chemin faisant. Cependant, elle introduit de nouvelles dimensions éthiques dans la pratique des chercheurs (Collectif Commod, 2005). L'intentionnalité du changement, lorsqu'elle est assumée par le chercheur, le pose comme acteur de ce changement,

avec tous les risques de dérive et de manipulation qu'entraîne potentiellement l'engagement dans l'action. Au-delà des codes de déontologie que se donnent les scientifiques pour parer d'éventuelles critiques, il est essentiel d'apporter la preuve de la scientificité de ces pratiques de recherche qui ont émergé en dehors des cadres académiques universitaires en réponse aux grands enjeux de l'humanité : gestion des ressources et de l'environnement, pauvreté, migrations, etc. Max-Neef (2005) introduit une épistémologie de la transdisciplinarité comme cadre de formation à cette posture de recherche et aussi comme cadre d'analyse des pratiques qui lui sont associées. Une première étape vers une transdisciplinarité « forte » est une construction pragmatique fondée sur une organisation des disciplines selon quatre niveaux hiérarchiques. A la base on trouve le niveau empirique des sciences fondamentales (mathématique, physique, biologie, sociologie, économie, etc.), au dessus le niveau pragmatique (architecture, ingénierie, agriculture, foresterie, etc.), puis le niveau normatif (politique, droit, planification, aménagement) et enfin au sommet le niveau des valeurs (philosophie, éthique, théologie). La transdisciplinarité coordonne, transcende ces quatre niveaux hiérarchiques, depuis l'explication des phénomènes naturels ou sociaux, l'utilisation de ces connaissances sur les socio-écosystèmes pour les transformer et concevoir de nouvelles technologies, la définition d'un cadre normatif pour l'application d'innovations, de règles de vies en société, ou de régulations environnementales, enfin les valeurs qui guident les politiques mises en œuvre (démocratie, libéralisme économique, conservation stricte, etc.). Plutôt que de renvoyer les disciplines dos à dos dans leurs paradigmes scientifiques respectifs, l'idée est de les associer dans une *science de la complexité*, qui reconnaisse *plusieurs niveaux de réalité* dotés d'une certaine perméabilité et, qui unifie des concepts jugés opposés par les démarches positivistes, telles que par exemple la raison et l'intuition, l'ordre et le désordre, etc. (Morin et Le Moigne, 1999 ; Max-Neef, 2005). Cette approche holistique des systèmes reconnaît que des éléments peuvent être à la fois antagonistes et complémentaires (Morin, 1992). Ainsi, croissance économique et conservation écologique, dont on reconnaît à la fois les complémentarités et les oppositions pourraient être unifiées dans une science du développement durable.

Dans la pratique, le développement territorial, par exemple, implique des formes multiples d'intentionnalité du changement (contrairement aux systèmes de planification centrale) et passe par la recherche de compromis entre des objectifs divers qui apparaissent souvent

contradictoires. Les plateformes de concertation permettent à des groupes d'acteurs de confronter des points de vue tout aussi légitimes les uns que les autres bien que parfois divergents. Ces dernières années, les sciences de gestion ont largement contribué à structurer le champ de la recherche – action, ou recherche – intervention autour de questions liés à la collaboration en conception (Hatchuel, 1994 ; 2005). Les enseignements issus du milieu de l'entreprise sont progressivement adaptés aux relations entre agriculture et environnement (Hubert, 2005a). De nouveaux cadres épistémologiques, dispositifs et méthodes de recherche émergent. Ils permettent de mieux structurer les échanges entre acteurs, d'en extraire de l'information utile à l'action collective dans une démarche réflexive et ainsi de produire le type de connaissances nécessaire pour passer d'une gestion effective à une gestion intentionnelle de l'innovation.

Objets intermédiaires supports de l'action collective

La production de connaissances scientifiques renvoie dans tous les cas à des situations de dynamiques collectives qui sont contingentes des réseaux sociotechniques dans lesquelles elles s'insèrent (Latour, 1989). Vinck (1999) propose d'appréhender et de caractériser ces collectifs à travers les traces concrètes de leur activité que sont les objets intermédiaires. La notion d'intermédiaire fait référence à la fois, au découpage temporel (entre deux états d'avancement du projet) et à l'espace social (objet liant des acteurs investis dans le processus collectif). En effet, les croquis, cartes, maquettes, modèles à différents stades d'évolution révèlent la nature des échanges et des relations entre acteurs au sein de réseaux complexes de coopération. « *Sens, stratégies, organisation, règles et conventions, lien social... tout cela émerge lorsque sont pris en compte les objets intermédiaires* » (Vinck, 1999). S'ils sont révélateurs des réseaux de production des connaissances, ils participent aussi à leur émergence. Jeantet (1998) leur associe trois registres d'action dans le processus cognitif collectif : la traduction, la médiation, et la représentation.

Le travail de *traduction*, d'explicitation, de confrontation des points de vue hétérogènes contribue à la construction d'un sens commun et participe au mécanisme d'intercompréhension des acteurs. Ce rôle attribué aux objets intermédiaires est primordial lorsque les différences culturelles entre participants sont marquées. C'était le cas au cours des simulations participatives organisées autour du jeu de rôle et du modèle SAMBA, autour des croquis, maquettes de village et chorèmes

dynamiques qui rassemblaient des chercheurs de culture occidentale, leurs collègues vietnamiens de culture Kinh (le groupe ethnique dominant au Vietnam) et des populations locales appartenant aux groupes ethniques Tay, Dao et H'Mong, dits « minoritaires » alors qu'ils sont largement majoritaires dans les zones montagneuses où nous intervenons. La traduction était bien sûr nécessaire en raison de l'hétérogénéité linguistique des groupes, bien que tous les participants comprennent la langue vietnamienne, mais aussi en raison de l'hétérogénéité culturelle d'origine ethnique, sociale ou professionnelle. Le risque de cacophonie ou d'absence de dialogue était important car à des savoirs de natures différentes sont généralement associés des modes de communication spécifiques. La communication verbale (dialogues entre joueurs, entre joueurs et animateurs) et non verbale (attitudes, actions de jeu) était enregistrée par la vidéo, par le suivi de paramètres de jeu standardisés (nombre de buffles, porte monnaie, usage des parcelles, photographie du plateau de jeu à la fin de chaque tour de jeu, etc.), par la prise de note sur les discussions entre joueurs (parfois en langage local traduit en vietnamien). Chacun des cinq membres du groupe de recherche impliqués au cours du jeu de rôles dans l'animation et l'enregistrement, prise de note devait ensuite rendre compte par écrit du déroulement et des résultats du jeu. La mise en commun de ces résultats au cours d'une séance de débriefing collectif a aidé à prendre la mesure de la large gamme d'interprétation possible des mêmes actions. La même histoire est vécue différemment par chacun des participants en fonction de sa sensibilité personnelle et de ses bagages culturels. La diversité culturelle (au sens large du terme) a clairement enrichi l'expérience collective et a favorisé un apprentissage croisé (Castella et al, 2003a ; Boissau et Castella, 2003). La traduction rend aussi compte du fait que les objets intermédiaires font évoluer les schémas mentaux des acteurs impliqués dans l'action collective et qu'en contrepartie ils sont eux même transformés au gré des réinterprétations dont ils font l'objet. Par exemple, l'environnement du jeu de rôle SAMBA, relativement neutre au départ, est progressivement investi par des joueurs qui y projettent leur propre vécu individuel puis se l'approprient et le transforment au cours des échanges avec les autres : joueurs, observateurs, facilitateurs. Leur investissement personnel dans le jeu enrichit l'expérience collective et modifie leurs points de vue initiaux. L'objet intermédiaire, considérée comme un objet transitoire et non pas comme un résultat définitivement établi, permet ainsi aux participants de s'exprimer tout en conservant leurs spécificités. Trace de l'activité de conception, il est support de la co-construction, en situation, d'un savoir partagé entre les acteurs.

L'objet est *médiateur* en ce sens qu'il favorise l'expression de points de vue divers, parfois contradictoires, et qu'il renforce leur légitimité dans un contexte de négociation. La démarche d'accompagnement tente de mettre à jour les processus de décision, les interactions entre acteurs et les jeux institutionnels qui sont à l'origine des transformations en cours. Pour ce faire elle place les participants en situation de décision dans un contexte qui leur est familier. La théorie de l'action située avance que les déterminants de l'action ne peuvent être compris que par rapport au contexte dans lequel elle prend place (Suchman, 1987). La médiation consiste à rendre possible le débat entre des acteurs liés par un problème commun dont la solution dépend de leur capacité à exprimer et à échanger leur points de vues, construire une vision partagée du problème, faire des compromis, négocier. Les relations de pouvoir qui existent entre les participants ne sont pas ignorées. Mais il n'est pas question de les étudier en tant que tel, ce qui demanderait un travail socio-anthropologique approfondi avec le risque que les résultats soient déjà obsolètes lors de leur diffusion, tant les dynamiques de transition recombinent rapidement les rapports de forces entre acteurs. « *L'intérêt des jeux de rôles, lorsqu'ils sont réellement co-construits, est de convoquer à la table une complexité que l'on ne connaît pas, mais à laquelle une scène est offerte pour l'exprimer* » (Jacques Weber, com. pers.). Dans des situations de mutation ou de conflit, une démarche d'action collective fait émerger des jeux d'acteurs, qu'il faut ensuite valider socialement. Le modèle, pris comme objet intermédiaire en évolution constante au rythme des interactions avec les acteurs, est à la fois le moyen et le résultat du diagnostic local (David, 2001 ; Benoît et al., 2006). Chemin faisant beaucoup de choses se jouent dans le jeu et les participants en sortent transformés (Cardenas et Ostrom, 2004 ; Daré, 2005). Quelques jours après chaque séance du jeu de rôle SAMBA, des enquêtes individuelles ont été menées systématiquement auprès des agriculteurs qui avaient participé au jeu. Elles visaient à mettre en relation leurs décisions et leur comportement pendant le jeu avec leur réalité quotidienne. Elles ont montré comment en l'absence de repère sur le jeu ils investissent tous leur propre histoire et leur référentiel local dans leurs actions virtuelles. Ainsi par exemple, s'est rejouée au cours d'une séance de jeu une scène qui avait réellement eu lieu et avait fait l'objet de nombreuses tensions au sein du village auxquelles nous n'avions pas pu accéder par le biais des enquêtes classiques. Un des notables de la commune de Duc Van avait profité de son accès privilégié à l'information officielle du service forestier pour se réserver les meilleures forêts et des surfaces dix fois supérieures à celles

des autres membres de la communauté villageoise lors de l'allocation des terres de pentes. Les autres membres du village lui en avaient beaucoup voulu sans pouvoir obtenir une redistribution des terres auprès des autorités car la procédure d'allocation s'était déroulée en toute légalité, selon des règles administratives mal connues des villageois. Le jeu a donné l'occasion aux participants d'exprimer leur ressenti directement à l'intéressé et d'engager une discussion. Les récits de vie des participants ont fourni un cadre d'analyse pour l'enchaînement des actions et les interactions entre acteurs au cours d'une séance de jeu. Ils ont conduit à l'élaboration de scénarios prospectifs du type « que ce passe-t-il si l'on change telle ou telle règle de décision ou norme locale » qui ont ensuite été discutés avec les membres de la communauté au-delà des concepteurs du modèle, alias les participants à la semaine SAMBA.

Le passage au réel bénéficie aussi de la médiation du modèle. Les *représentations* sous forme de chorèmes dynamiques des propositions discutées préalablement autour du modèle informatique ont facilité la poursuite des discussions avec les acteurs sur la mise en œuvre concrète sur le terrain des scénarios issus du jeu. Lorsque les accords de principes sont traduits en termes de règles locales s'imposant à l'ensemble de la communauté il est essentiel d'en explorer les implications pour les différents groupes, identifier les éventuels gagnants et les perdants et définir des mécanismes de compensation. Par exemple, l'exercice de simulation participative menée dans le village de Phieng Lieng a clairement montré qu'il y avait de nombreuses étapes entre un scénario négocié autour du plateau de jeu et sa mise en œuvre sur le terrain (Castella et al., 2002b). Les divagations de buffles et bovins avait été clairement identifié comme une contrainte collective au développement de systèmes de cultures alternatifs à l'abattis – brûlis. Après le passage d'une gestion du gardiennage et de la circulation des animaux centralisée au niveau des coopératives à une gestion individuelle par chaque famille, il fallait négocier collectivement de nouveaux modes de gestion. Les participants ont préféré procéder par étapes en passant par une gestion individuelle concertée avant d'atteindre l'objectif ultime d'une gestion communautaire. De nouveaux supports de représentation leur ont été proposés de manière à les adapter à la simulation de la gestion individuelle des ressources fourragères (Martin et al., 2004). Dans ces démarches adaptatives, la représentation des scénarios discutés joue un rôle primordial. « *Elle est à la fois le reflet des choses absentes, futures ou passées, leur substitut autorisé ou porte-parole, leur représentation renouvelée (re-présentation) et leur présentification*

(rendre présent) » (Vinck, 1999). Les modes de représentations sont adaptés, chemin faisant, aux questions qui émergeaient ou sont destinés à faire face aux limites des outils employés jusqu'alors. Une des principales leçons tirée de l'usage combiné de divers objets intermédiaires est que le degré de réalisme, ou à l'inverse d'abstraction, des représentations doit être adapté au type de question abordé et au type d'acteur auquel on s'adresse. Ainsi, par exemple des cubes représentant un paysage sur un plateau de jeu permettent d'explorer des comportements d'acteurs au cours de l'allocation des terres en dépassionnant le débat. On est dans une situation virtuelle où les participants peuvent exprimer leurs principes d'action mieux qu'ils ne le feraient sur un support plus réaliste tel qu'une photographie aérienne ou la maquette du village. En effet, lorsqu'ils repèrent dans la représentation des éléments de leur quotidien qui les ramènent à leur réalité (la position de leur parcelle et celle du voisin avec lequel ils sont en conflit) l'émotionnel prend le dessus et la négociation s'engage sur le cas spécifique qui divise plutôt que sur les « principes supérieurs communs » qui transcende les individus et les rassemblent (Boltanski et Thévenot, 1991). Les tenants de l'économie expérimentale poussent l'abstraction à l'extrême pour étudier les processus d'émergence de règles collectives ou d'institutions. De simples tableaux fondés sur la présence – absence d'une ressource ou sur des situations de gain ou perte fondées sur la théorie des jeux permettent d'explorer les relations entre l'individu et le collectif (Boissau, 2005 ; Ostrom, 2006). Par contre, le retour vers l'action nécessite de s'ancrer dans représentations beaucoup plus réalistes permettant à chacun d'évaluer les conséquences de ses décisions individuelles (Castella et al., 2005d). La Figure 33 illustre la gradation dans le réalisme des représentations paysagères utilisées dans le cadre du projet.



Figure 33. Des outils intermédiaires supports de laboratoires virtuels du changement social. Trois types de représentation de la gestion local des ressources : maquette 3D, plateau de jeu SAMBA et grille de jeu.

Elles font le lien entre action collective et production de connaissances. Elles permettent aussi de s'adresser à des groupes d'acteurs différents sur les modes compatibles avec leurs schémas mentaux initiaux. Ainsi, par exemple la plupart des décideurs provinciaux ont été eux même agriculteurs ou ont des parents qui le sont. Ils n'ont culturellement aucun mal à comprendre les règles du jeu de rôle SAMBA, qui sont fondées sur le sens commun, et à s'en approprier les résultats. Par contre, professionnellement ils sont plus enclins à manipuler des tableaux de chiffres, des graphes et des cartes pour planifier, aménager le territoire à des échelles régionales. Le processus d'apprentissage incluant ces décideurs doit inclure initialement le type de supports dont ils ont l'habitude pour susciter leur intérêt et leur permettre de s'exprimer. De ce point de vue les représentations produites par les méthodes CLUE et LUPAS présentent beaucoup d'intérêt, bien que les conceptions de la planification sur lesquelles elles reposent ne soient pas partagées par les autres participants. Les supports variés de représentation permettent de s'adresser à des acteurs différents au sein de groupes hétérogènes. Ils évoluent au cours des interactions en fonction des questions abordées et des transformations des modèles de pensée des participants jusqu'à fournir idéalement une représentation partagée du problème. Plutôt qu'une solution clef en main la démarche d'accompagnement propose un nouveau point de vue sur le problème et sur le rôle que peuvent avoir les acteurs dans le processus de résolution. Cette représentation partagée est le résultat de la collaboration du groupe en conception (Simon, 1961). Elle est communicable à l'extérieur du groupe. Sa légitimité repose directement sur son processus d'élaboration qui doit faire apparaître des qualités de transparence, d'engagement authentique, d'impartialité et de compétence des participants (Van de Kerkhof et Wiczorek, 2005).

Des « dispositifs humains » destinés à favoriser l'apprentissage collectif

La qualité du processus collectif d'élaboration d'un problème doit garantir pour le chercheur la scientificité des connaissances produites à travers la démarche de recherche – action (Darré, 1997 ; 1999 ; Hubert, 2002). Pour les autres acteurs, elle garanti la pertinence de la décision ou de l'action, éventuel aboutissement du processus. La question est alors posée de l'évaluation de la qualité du processus de recherche – action. Selon quels critères, quelles modalités, peut-on juger du succès ou de l'échec d'une démarche d'apprentissage collectif (Funtowicz et

Ravetz, 1993). Dans le domaine qui nous intéresse : relations agriculture - environnement, gestion des ressources, développement rural, force est de constater que les procédures et les cadres d'évaluation sont encore loin d'être stabilisés (Röling et Wagemakers, 1998; LEARN Group, 2000 ; Ramirez, 2001 ; Meinzen-Dick et al., 2004 ; Collectif Commod, 2007). Ce champ de recherche s'est construit et structuré de manière empirique autour des expériences de terrain menées par différentes équipes se référant à des cadres théoriques communs. Pour mettre en perspective ma modeste expérience par rapport à celle d'autres groupes et ainsi « acquérir de l'expérience », il est nécessaire de confronter la dimension pratique et la dimension théorique de l'action collective (Fazey et al., 2005). L'analyse des objets intermédiaires, à la fois comme trace des interactions entre acteurs et comme outil pour reproduire des cadres d'interactions jugés souhaitables, était une première étape dans cette démarche. La seconde étape consiste à analyser les « dispositifs humains » ou réseaux sociotechniques qui supportent ces interactions (Sebillotte, 2002 ; Hubert, 2005b). Ils jouent eux aussi un double rôle en ce sens qu'ils rendent possible l'action collective et qu'ils évoluent en fonction de la tournure que prend la concertation entre acteurs. Comme les objets intermédiaires, les « dispositifs humains » sont à la fois les moyens et les produits de l'apprentissage collectif (Brossier et Benoît, 2005). On peut légitimement se demander s'il est du ressort des chercheurs de s'engager dans le montage et la pérennisation de tels dispositifs compte tenu des coûts de transactions très élevés (Castella et al., 2004a ; Faysse, 2006), de la difficulté d'évaluer la pertinence et l'impact de démarches éminemment adaptatives par les institutions de recherche (Hubert et Bonnemaire, 2000), et de la dimension politique de ces dispositifs qui font sortir les chercheurs du cadre habituel de leur pratique. Si les chercheurs construisent leur propre objet de recherche à travers l'action c'est parce qu'ils sont de plus en plus souvent convoqués pour apporter des réponses à des questions brûlantes de sociétés pour lesquels ils ne sont pas les seuls détenteurs des éléments de réponse. Dans une phase initiale, leur connaissance scientifique leur donne sans doute une légitimité supplémentaire pour convier les autres acteurs à la table des négociations. Le processus de dialogue qui s'en suit consiste (i) à compléter la liste des participants de manière à prendre en compte les différents aspects du problème, (ii) à faire émerger de nouveaux acteurs à mesure que la formulation du problème évolue, enfin, (iii) à faire en sorte que des membres du groupes soient capables de porter le processus collectif et de le pérenniser (*empowerment*). Röling (1994) propose d'organiser ces démarches d'apprentissage au sein de plateformes de

communication. Nous verrons dans un premier temps comment ces plateformes peuvent émerger en réponse à des problèmes de gestion de ressources naturelles, comment elles fonctionnent ou dysfonctionnent, comment enfin elles peuvent prendre de l'ampleur pour dépasser leurs thèmes et leurs lieux d'origine.

Les plateformes de communication impliquent des processus de concertation au sein de groupes d'acteurs qui partagent un problème commun. Elles visent à la résolution de problèmes à travers le dialogue et la négociation. Grâce aux compétences acquises par leurs membres, elles contribuent aussi à structurer des communautés de gestion de ressources communes et à leur donner une légitimité locale vis-à-vis d'autres groupes d'acteurs situés au même niveau ou à des niveaux hiérarchiques supérieurs (Steins et Edwards, 1999). Ces plateformes reposent sur les approches systèmes interprétatives (ou soft-system : Checkland, 1981 ; Röling, 1999) et sur la théorie de l'agir communicationnel (Habermas, 1981). Habermas dénonce la domination du pouvoir technico-scientifique des experts sur l'évolution du système social, alors que selon lui, la démocratie suppose l'action des citoyens décidant ensemble de leur avenir commun. Il s'agit de réhabiliter la praxis au sens aristotélicien (discussion politique entre citoyens) contre une technique dominatrice et dangereuse pour l'humanité. La méthodologie de recherche associée à cette théorie vise à l'émergence d'une volonté politique issue de la discussion et exempte de domination. A l'agir stratégique, par lequel on cherche à exercer une certaine influence sur l'autre (par exemple via la publicité ou la propagande de type politique), Habermas oppose l'agir communicationnel, par lequel on cherche à s'entendre avec l'autre, de façon à interpréter ensemble la situation et à s'accorder mutuellement sur la conduite à tenir. L'implémentation réussie des plateformes de communication suppose qu'elle fournisse une situation idéale de parole. Aussi, il apparaît possible d'établir une grille d'analyse et de conduite de ces plateformes sur la base d'indicateurs de suivi des processus dialogiques. Parmi les critères de qualité on trouve : la compréhensibilité, la sincérité, la confiance, la loyauté, la légitimité, et l'accès équitable à la discussion. A la manière de Daré (2005) sur un terrain de recherche au Sénégal, nous avons cherché à appliquer au Vietnam cette grille d'analyse à notre propre pratique, à travers une analyse sociologique de ce qui s'est joué autour de la plateforme de jeu et de simulation SAMBA (Boissau, 2007). L'analyse des comportements individuels et collectifs a été réalisée avant, pendant et après les phases d'interactions entre acteurs.

Avant, près d'une année de diagnostic agraire avait été menée sur la base d'entretiens individuels, la mise en place d'expérimentations en milieu paysan, longs séjours dans les villages, etc. qui avaient donné une légitimité à l'équipe de recherche vis-à-vis des populations locales sur les thèmes qui nous intéressaient. Ces travaux avaient conduit à des typologies d'exploitations agricoles qui avaient servi de base à la sélection des participants aux plateformes de discussion. Ce diagnostic préalable garantissait la représentativité de l'échantillon. Une large gamme de pratiques et de stratégies de production agricole et de gestion des ressources étaient représentées. Une connaissance préalable de l'histoire des villages et des enjeux de pouvoir au sein des communautés et entre communautés a guidé le choix des participants, de même que leur capacité d'expression. Pour des raisons pratiques d'organisation et de conduite du jeu de rôle, le nombre de joueurs était limité à une dizaine ce qui a parfois compliqué le processus de sélection. Ces difficultés ont été compensées par l'invitation de certaines personnes en qualité d'observateur. Ils n'agissaient pas pendant le jeu mais pouvaient discuter avec les joueurs et participer aux séances de débriefing. Tous les joueurs étaient des agriculteurs, ce qui facilitait initialement les discussions car malgré les différences entre eux ils appartenaient à un même groupe socioprofessionnel et nous faisons l'hypothèse que les relations de pouvoir étaient moins marquées qu'elles ne le seraient entre des groupes différents. Il n'était pas question de transformer les structures sociales existantes mais plutôt de les révéler à travers les interactions entre acteurs.

Pendant les jeux de rôles, chaque joueur tirait au sort une famille virtuelle qu'il présentait aux autres joueurs après avoir présenté la composition de sa famille réelle. Les participants pouvaient ainsi se décentrer par rapport à leur situation et ainsi diminuer la charge émotionnelle liée à la mise en scène de leur vraie vie devant d'autres agriculteurs qu'ils connaissent ou qu'ils côtoient. Le suivi de leur comportement au cours du jeu : perte de repères, imitation d'autres joueurs, volonté de succès, logique d'innovation par essai-erreur, installation dans une routine dès que la situation financière est stabilisée, etc. a permis d'évaluer des schémas cognitifs individuels et relationnels impliqués dans le processus d'innovation. Certains ont été confirmés lors de la séance de débriefing collectif qui marque la fin du jeu, d'autre au cours des entretiens individuels menés les jours suivants. Ces suivis ont montré à quel point dans la phase initiale d'apprentissage les joueurs investissent leur propre vécu dans le jeu. Ce qu'ils livrent à l'observation à travers le jeu, ce n'est pas tant leur situation personnelle

mais l'histoire et la culture locale, les rapports de force et les enjeux collectifs qu'ils ont intériorisés.

Les enquêtes individuelles et collectives menées *après* les séances de simulation participative ont confirmé qu'en situation d'incertitude les agriculteurs utilisaient leur référentiel local comme base de décision (Boissau et Castella, 2003). Ainsi, lorsqu'on demandait par exemple à un participant pourquoi il n'avait pratiqué qu'un seul cycle de riz par an dans sa rizière il nous répondit avec beaucoup de conviction que c'était par ce qu'il manquait d'eau pour l'irrigation. C'était effectivement le cas en réalité, mais cette question n'avait pas été abordée explicitement pendant le jeu et il aurait pu agir différemment. Du point de vu des chercheurs, l'objectif de production de connaissances locales était atteint, sans doute parce que nous nous étions placés dans des conditions favorables de communication : connaissance préalable du contexte local, groupe relativement homogène, absence de conflit sur les thèmes abordés. Cependant, les enquêtes collectives menées quelques mois plus tard sur les mêmes terrains ont montré que les objectifs que nous nous étions donnés vis-à-vis des populations locales n'étaient pas atteints. Les participants confiraient qu'ils avaient appris beaucoup de choses par le biais de la plateforme de communication, notamment sur l'impact de leurs actions individuelles sur la collectivité ou sur le processus de décision de leurs voisins, qu'il ne leur avait jamais été donné d'observer auparavant. Des discussions intéressantes s'en étaient suivies entre participants mais il leur paraissait difficile d'échanger sur leur expérience avec des personnes qui n'y avaient pas participé. Ils ne se sentaient ni suffisamment compétent ni légitimes pour transmettre les connaissances acquises à travers la plateforme ou pour entretenir la dynamique collective engagée grâce à la médiation des chercheurs.

Ces résultats renvoyaient aux chercheurs la question de la pérennisation des dispositifs d'action collective et la posaient en termes de motivation, d'engagement, et de légitimité des participants, y compris les chercheurs instigateurs du processus. La *motivation* naît dans un premier temps de la curiosité que suscite l'intérêt de personnes extérieures pour les acteurs et les pratiques locales. Elle se renforce par l'intermédiaire des supports de communication et d'apprentissage originaux qui sont proposés. Enfin elle atteint une forme de maturité lorsque les participants perçoivent ce qu'ils peuvent gagner individuellement et collectivement à entretenir le dialogue. Au-delà de l'intérêt pour la concertation c'est bien le passage à l'action et les réalisations concrètes qui en découlent qui sont évaluées. Contrairement aux évaluations ex-post et analyses historiques qui, bien que participatives, contribuent relativement peu aux échanges

réiproques (les chercheurs apprennent plus que les populations locales), l'exploration de l'avenir combine des outils de prospective (scénarios) et d'expérimentation (simulations) qui renouvelle l'intérêt de la plateforme au-delà de la phase de découverte. Dans un contexte incertain, la simulation est nécessaire car elle étend le domaine de l'expérience et crée des situations pratiquement inaccessibles à l'expérimentation. Elle met en relation l'individuel et le collectif, le futur proche et le long terme. Au cours des simulations les participants nous demandaient avec insistance de cliquer sur le bouton de la souris pour faire avancer le temps. La surprise d'un paysage qui évolue à chaque pas de temps ou qui se transforme au gré des modifications des règles de gestion entretenait l'intérêt des participants. Lorsque nous les avons revus un an plus tard, ils se souvenaient parfaitement de cette étape de la semaine SAMBA. Malheureusement, cette expérience ne s'était pas poursuivie au sein de la communauté au-delà des interventions ponctuelles du projet (visites de terrain, mise en place de parcelles expérimentales, etc.). Les participants étaient les premiers à le regretter. Ils invoquaient leur manque de *légitimité* pour prendre en charge la concertation. Certains ont proposé de « répliquer le jeu par groupes de dix personnes de manière à ce que tous les habitants du village puisse apprendre comme eux ». Mais nous avons jugé qu'il n'était pas souhaitable de transformer l'outil de recherche en outil de vulgarisation car le risque était grand de le voir simplifié à outrance, dénaturé, ou mal utilisé à des fins de manipulation (Castella et al., 2004a). Notre évaluation ex-post du processus collectif a aussi conclu à un faible *engagement* des participants, lié à l'absence de situation réellement conflictuelle ou d'un besoin imminent de trouver une solution à un problème partagé par l'ensemble de la communauté. Nous pouvons illustrer ce résultat par une séance de simulation participative au cours de laquelle les plantations de pin impulsées par l'Etat pour « reverdir les versants dénudés » couvraient toute la surface des pâturages communaux. La croissance des pins et la fermeture de la canopée allait poser à terme des problèmes de production fourragère sur les surfaces actuellement en libre accès pour le cheptel bovin et bubalin. Cette question a été longuement discutée, plusieurs scénarios ont été envisagés (réduction du cheptel, culture d'espèces fourragères sur les parcelles individuelles, limitation des surfaces de plantation, etc.). Les participants ont montré leur intérêt pour le problème qu'ils avaient contribué eux-mêmes à faire émerger, mais ils n'étaient pas prêts à s'investir dans la recherche de solution. « Nous avons le temps, d'ici huit ou dix ans la politique du gouvernement concernant les plantations aura sans doute changé à nouveau. Nous nous mobiliserons lorsque le

moment sera venu » ont constaté les participants au cours du débriefing. Le processus de concertation avait permis d'identifier une fenêtre d'opportunité à venir, c'est-à-dire une période propice à l'engagement collectif dans une perspective de changement des règles locales. La plateforme s'est progressivement imposée comme un outil de recherche capable d'analyser et d'explorer des trajectoires de changement puis d'identifier des fenêtres d'opportunité pour le passage à l'action collective (Olsson et al., 2006).

Nous avons cherché à expliquer le fait que les dynamiques collectives ne se soient pas poursuivies au-delà de l'engagement initial du projet. La principale hypothèse est liée au parti pris d'une plateforme n'intégrant qu'un seul groupe social et qu'un seul niveau hiérarchique : les agriculteurs. Dans un contexte multiculturel nous ne voulions pas multiplier le nombre de paramètres à prendre en compte. Ce choix favorisait l'intercompréhension et évitait d'intégrer des rapports de pouvoir trop importants au sein du groupe. L'objectif était de se placer dans des conditions proches des conditions éthiques de discussion garantissant une authentique activité communicationnelle au sens d'Habermas. Cette situation caractérisée par de faibles rapports de forces au sein du groupe n'a sans doute pas favorisé l'émergence d'acteurs capables de prendre en charge le processus. Or, l'émergence d'un ou plusieurs leaders porteurs du projet collectif est essentielle pour permettre au dispositif de prendre de l'ampleur (Olsson et al., 2006). L'absence de représentation des autorités locale ou régionales dans le panel de joueurs visait à éviter les situations de prise de parole exclusive des décideurs au détriment des agriculteurs, rencontrée à maintes reprises au cours de nos travaux de terrains. La conséquence était qu'aucun membre du groupe n'avait la légitimité ou l'autorité suffisante pour faire remonter l'information aux niveaux hiérarchiques supérieurs. Nos essais de plateformes multi-groupes se sont soldés par des échecs car les rapports de pouvoirs ne favorisaient pas un dialogue ouvert (Castella et al., 2004a ; Faysse, 2006). A la fin du processus les responsables locaux nous livraient à nouveau le discours officiel comme si rien ne s'était passé au cours du processus de concertation, ou bien ils n'assistaient pas aux réunions qu'ils jugeaient inutiles. Des recherches complémentaires ont été menées, nous l'avons vu, pour mettre au jour les mécanismes de communication verticale (le long de la hiérarchie administrative, Castella et al., 2006c) et horizontale (au sein des communautés villageoises, Hoang et al., 2006). Elles nous ont conduites à travailler séparément avec deux groupes d'acteurs, populations locales d'un côté et décideurs de l'autre sur la base d'outils et de méthodes

spécifiques à chacun d'eux. Les chercheurs ont joué un rôle de médiation entre les deux groupes tout au long du processus, en l'absence d'interactions entre eux. Nous avons cherché à institutionnaliser cette démarche à travers la création d'un centre des ressources de la province de Bac Kan cogéré et co-animé par les autorités de la province et les chercheurs vietnamiens partenaires du projet. Des problèmes institutionnels et de leadership se sont alors posés qui ne nous ont pas permis d'aller au bout de la démarche (Castella et al., 2004a). Différents départements techniques de la province ont revendiqué la gestion du Centre des Ressources. La Division de la planification et de l'investissement, le Département des sciences et technologie, le Département de l'environnement et des ressources naturelles, le Département de l'agriculture et du développement rural avaient chacun la légitimité nécessaire pour accueillir le Centre mais les problèmes de cloisonnement de l'information entre départements faisait courir le risque d'un manque de coordination entre celui qui hébergerait le Centre, les autres départements provinciaux, les collectivités territoriales de niveaux inférieur : district, commune et les initiatives locales. Le processus de concertation a permis d'identifier le Centre de vulgarisation de la province comme le mieux placé institutionnellement pour favoriser la communication verticale et horizontale et poursuivre le travail de médiation entre populations locales et décideurs engagé par le projet de recherche. Finalement, le projet n'a pas abouti pour des raisons de manque de volonté politique au niveau des autorités provinciales, de faiblesse institutionnelle du Centre de vulgarisation (Castella et al., 2006c), et de compartimentation entre les services de l'Etat, qui dépassent largement notre mandat de recherche et sur lesquelles nous ne pouvions pas investir plus de moyens et de temps.

Cette expérience pose la question du rôle de l'action publique dans une perspective de gestion ascendante des territoires (d'Aquino, 2002). Nos recherches d'accompagnement alimentent la réflexion en apportant des éléments empiriques issus de démarches adaptatives. D'autres recherches se placent dans une logique plus prescriptive de la gouvernance territoriale. Ainsi, par exemple, Pecqueur (2005) propose d'assigner à l'Etat, parallèlement au développement des instances locales, une mission de redistribution, de médiation et de coordination. La redistribution assure une répartition équitable des actions de développement quelles que soient les dotations locales en ressources. La médiation porte à la fois sur les instances internationales, les collectivités territoriales et les acteurs locaux. La coordination des projets locaux avec le processus de globalisation s'appuie sur les

dynamiques de terroir et les réseaux de territoires. Cependant, les questions restent posées de la capacité de l'Etat pour mettre en œuvre ces principes sans rentrer dans des logiques normatives, de sa légitimité vis-à-vis des autres instances ou groupes d'acteurs, enfin des mécanismes concrets d'intégration entre des approches ascendantes et descendantes de l'action territoriale.

Conclusion : réconcilier les échelles d'espace et de temps de la recherche et celles de l'action environnementale

« Voyez-vous dans la vie, il n'y a pas de solutions. Il y a des forces en marche : il faut les créer, et les solutions les suivent. » [Antoine de Saint-Exupéry, Vol de nuit]

Comme pour beaucoup programmes de recherche – action développés dans le domaine agro-environnemental la démarche présentée dans cet ouvrage est évolutive, adaptative et réflexive. La connaissance est élaborée chemin faisant dans la confrontation des résultats empiriques issus de la pratique de terrain avec des théories qui leur donnent du sens. Certains cadre théoriques, tel que par exemple l'approche constructiviste de la complexité, ont joué dès le départ un rôle structurant, d'autres se sont progressivement imposés en cours de recherche, sous la pression des questions issues du terrain, par la co-construction de problèmes sous des formes traitables scientifiquement et à travers l'exploration de solutions concrètes aux côtés des acteurs. Enfin, la comparaison de nos démarches et de nos résultats avec ceux d'autres équipes ont fait remonter des questions scientifiques communes qui contribuent à structurer ce champ de recherche. La dialectique entre connaissances et action, qui permet de faire des expériences et d'acquérir de l'expérience en retour, repose sur des pratiques, des théories et des dispositifs qui leurs sont propres. Nous allons à présent revenir sur nos principaux acquis dans ces trois domaines de la « science en action », pour reprendre les termes de Latour (1989), et ouvrir des perspectives pour des recherches à venir.

Pratiques, méthodes, outils de la recherche en partenariat

Observer ou agir ? La question ne se pose plus. Au sein des multiples réseaux auxquels ils appartiennent, les chercheurs sont de fait engagés dans les deux activités ! Alors, plutôt que d'occulter la réalité des changements en cours, faits d'incertitudes, de complexité et de rapports

de pouvoir, l'enjeu actuel est d'assumer les différentes formes de subjectivités qui s'imposent à tous et de les intégrer de manière pragmatique à la démarche scientifique. Quels enseignements peut-on tirer aujourd'hui des expériences passées ?

Ces dernières années de nombreuses équipes de recherche ont documenté leurs pratiques de recherches impliquée dans l'action, avec de multiples partenaires et sur de longues périodes (Leeuwis, 2000 ; LEARN Group, 2000 ; Hubert, 2004 ; Teulier et Hubert, 2005 ; Lambin, 2005 ; Olsson et al., 2006). Les expériences sont généralement évaluées à l'aune des objectifs initiaux par la mesure de la satisfaction des partenaires et par la confrontation des résultats avec un cadre théorique, souvent emprunté à d'autres disciplines (sciences de gestion, cognition, épistémologie des sciences, etc.). Parfois, les modèles élaborés en cours de travail apportent une caution supplémentaire nécessaire à la reconnaissance du caractère scientifique des travaux de recherche en partenariat (Couty, 1989). La comparaison d'études de cas s'est avérée cruciale pour faire émerger les « bonnes pratiques » et engager des controverses scientifiques salutaires. Ainsi par exemple, après une phase d'angélisme militant sur le rôle de la participation, relayée par les discours normatifs des agences de développement, la richesse des expériences de terrain a fait évoluer les cadres de pensée et d'action dans ce domaine (Hickey et Mohan, 2005 ; Kasperson, 2006). Les chercheurs s'engagent dans un processus à l'issue incertaine, non plus avec une liste de recettes à appliquer de façon systématique, mais avec un cadre d'analyse qui doit s'adapter en permanence, de manière réflexive, aux spécificités et aux évolutions de la situation. Praticiens de l'intégration, leur rôle consiste à articuler des perspectives aux apparences contradictoires dans le paradigme positivistes mais qui sont en réalité complémentaires pour l'action environnementale : les stratégies de court terme et de long terme, le contextuel et le général, le local et le global et tous les pôles opposés de type Ying / Yang : Nature / Société, conservation / développement, réchauffement global / besoins énergétiques, etc. La métaphore de la navigation à vue dans un champ constitué de multiples de forces opposées décrit bien cette posture de recherche. L'accompagnement est tout autant une démarche scientifique enseignable qu'un art, une forme d'ingénierie sociale qui s'apprend sur le tas (Morin et Le Moigne, 1999). Elle se conçoit comme un moyen de passage de la *connaissance* à la *compréhension*. Max-Neef (2005) illustre cette idée par un exemple : « *Imaginez que vous ayez appris tout ce qui peut l'être, du point de vue philosophique, anthropologique, biologique, théologique et psychologique, sur un phénomène humain*

Conclusion

appelé Amour. Vous connaissez tout sur l'Amour ; mais vous ne le comprenez réellement que lorsque vous tombez vous-même amoureux. Vous ne pouvez réellement comprendre que ce dont vous faites partie, lorsque le Sujet qui cherche et observe devient inséparablement intégré à l'Objet cherché et observé ». La posture de recherche correspondante s'appuie sur le respect de trois principes (Collectif ComMod, 2005) :

- *Le principe de co-construction.* Engagée dans l'interaction avec les autres acteurs le facilitateur peut tantôt initier, tantôt suivre les autres personnes engagées dans le processus de négociation ; mais il n'est ni dans la situation de piloter le système, c'est-à-dire d'en prendre les commandes, ni dans la position neutre de celui qui ne fait que l'observer.
- *Le principe de transparence.* Le facilitateur, comme les autres participants au processus collectif, explicite son modèle mental et ses objectifs. Son action de médiation vise à faciliter le dialogue par la prise en compte des différents points de vue sur un problème.
- *Le principe d'engagement dans le temps et d'adaptabilité.* La personne s'engage à suivre le processus collectif dans ses changements de rapport à l'objet, d'objectif, de participants. Au cours de l'accompagnement, l'intervenant adapte ses outils et ses interventions de manière réflexive et itérative en fonction de l'évolution de la situation.

Les outils de médiation utilisés dans un contexte d'accompagnement visent à intégrer, à capitaliser et à échanger les connaissances de différentes natures (locales - globales, scientifiques - profanes, rationnelles – intuitives, etc.) sur les socio-écosystèmes, à mobiliser des groupes d'acteurs hétérogènes autour d'enjeux communs et à les mettre en capacité d'apporter des solutions ou plus modestement de définir les étapes d'une transition vers une situation jugée plus désirable (Lambin, 2005). Les modèles, nous l'avons vu, peuvent contribuer à ces trois objectifs, ce qui en fait des objets intermédiaires privilégiés des démarches d'accompagnement. Ils sont à la fois des outils d'intégration des connaissances, des supports d'interactions entre acteurs autour de plateformes d'expérimentations virtuelles et des générateurs de scénarios, d'analyses prospectives (*ex-ante*) ou rétrospectives (*ex-post et backcasting*). Ils concourent à l'unification, ou dans un premier temps à la mise en correspondance, des différents champs disciplinaires d'une science parcellisée par une logique réductionniste.

Théories, controverses scientifiques, histoire

L'enjeu des démarches transdisciplinaire est de réconcilier les disciplines dites fondamentales qui cherchent à décrire et à expliquer le monde tel qu'il est, celles de l'ingénieur qui visent à concevoir de nouvelles technologies et élaborer de nouveaux mondes, celles du droit et de la politique qui définissent les modes de gouvernance et les régulation des mondes actuels et en devenir, enfin, le domaine de la philosophie qui questionne les mondes que nous voulons construire, l'éthique et les valeurs du monde sur lesquelles ils reposent. Max-Neef (2005) pose les fondements d'une transdisciplinarité forte en distinguant plusieurs niveaux de réalité. « Deux niveaux de réalité sont différents si pour passer de l'un à l'autre on doit changer de loi et de concept fondamental, tel que celui de causalité » (Nicolescu, 2000). Par exemple, la distinction entre physique newtonienne et physique quantique supporte cette idée de réalités multiples fondées sur des cadres théoriques différents qui ne s'excluent pas mutuellement. Max-Neef (2005) en vient à formuler deux lois de la transdisciplinarité sur la base des travaux de Nicolescu : (i) les lois associées à un niveau de réalité donné ne sont pas suffisantes pour décrire la totalité du phénomène à ce même niveau et (ii) chaque théorie à un niveau de réalité donné est transitoire dans la mesure où elle conduit inévitablement à la découverte de contradictions nouvelles à d'autres niveaux de réalité. Il en résulte qu'une théorie unifiée de la transdisciplinarité est sans doute impossible et que le champ de la connaissance reste une structure ouverte. La transdisciplinarité n'est pas une nouvelle discipline ou une super-discipline mais un autre point de vue sur le monde, plus systémique et holistique, complémentaire des autres disciplines. Le passage des unes aux autres contribue à un enrichissement réciproque dans une meilleure compréhension de la complexité.

Concrètement, il est possible d'accéder aux différents niveaux de réalité car à chacun d'eux est associé un niveau de perception particulier. Les scientifiques, trop souvent installés dans la plénitude de la raison, perdent de vue les autres niveaux de perception. Cependant, ils y sont bien vite ramenés lors des interactions avec les autres acteurs. L'enjeu pour avancer ensemble à travers le dialogue est de ne pas chercher à traduire tous les éléments de compréhension issus de la confrontation des points de vue dans leur propre niveau de la réalité rationnelle. Chaque niveau a sa propre légitimité et il convient d'établir des passerelles plutôt que de chercher à tout ramener à un niveau donné. Les

Conclusion

expériences de plateformes de négociation sur la gestion de ressources communes montrent que la praxis peut contribuer à unifier différents champs théoriques, sources de controverses scientifiques. En effet, lorsqu'elles sont considérées en référence à la pratique de terrain, les théories montrent plus de complémentarités que de divergences. Ainsi, par exemple, l'agir communicationnel peut être analysé comme un cadre idéal où le dialogue fait évoluer les perceptions mentales de participants bien intentionnés (Habermas, 1981). L'existence de relations de pouvoir entre acteurs nécessite d'entrer dans des logiques de négociation qui passent par une meilleure connaissance mutuelle, une éventuelle redéfinition des acteurs et à une transformation des enjeux et des objectifs. La recherche de compromis peut passer par l'action stratégique (Mermet et al., 2005). Ce faisant, les acteurs évaluent leurs forces réciproques et nouent des alliances pour se renforcer. Dans un contexte de changement, la motivation personnelle de l'individu dépend du cadre relationnel dans lequel il s'inscrit. La théorie acteur – réseau est souvent mobilisée pour expliquer les dynamiques collectives (Latour, 1989 ; Murdoch, 1998) au-delà de la compréhension des fonctions cognitives individuelles : information, évaluation, décision, action, représentation et émotion. La théorie de l'action située souligne l'importance du contexte et notamment du capital social sur le succès des plateformes de communication. Finalement, les cadres théoriques existants éclairent différentes facettes de l'action et leurs donnent du sens. L'enjeu est de les combiner intelligemment pour atteindre différentes formes de compréhensions sur lesquelles les uns et les autres peuvent s'accrocher pour construire ensemble un futur commun (Morin et Le Moigne, 1999). Quels que soient les supports utilisés, les modèles inventés (image mentale, métaphores) ou issus de la fréquentation assidue du terrain (matière empirique) sont tous dispenseurs d'intelligibilité, sans prétendre toutefois proposer une explication générale et abstraite de faits qui restent frappés d'une singularité historique définitive (Couty, 1989). Les faits ne sont pas systématiquement réductibles à une théorie, car sinon la dimension historique serait absente. Comte (1971) décrit la logique positiviste comme pouvant « *représenter convenablement toutes les grandes époques historiques comme autant de phases déterminées d'une même évolution fondamentale, où chacune résulte de la précédente et prépare la suivante selon des lois invariables qui fixent sa participation spéciale à la commune progression* ». La connaissance du passé et du présent permettrait alors en toute logique de prédire l'avenir. En réalité, lorsque l'on cherche à expliquer l'état d'un socio-écosystème, on fait aussi appel à des événements qui n'ont pas eu lieu (Charre, 2002), à des faits

qu'aucune théorie ne peut expliquer ou prévoir. Ces faits d'évolution sont du ressort de la connaissance historique. S'ils n'ont pas leur place dans la recherche mathématique ils ont une grande importance en biologie et en sociologie. « *Ces choses manifestes d'elles-mêmes, mais inimaginables, imprévisibles, proviennent de l'invention sociale et témoignent de la multiplicité des cheminements historiques* » (Couty, 1981).

Dispositifs d'innovation et d'apprentissage organisationnel

Pour favoriser l'invention sociale il est essentiel de prendre de la distance par rapport aux processus qui ont participé aux régimes de fonctionnement passés du socio-écosystème. En effet, l'analyse des transitions agraires passées ne saurait à elle seule éclairer la transition actuelle liée à un moindre poids des activités agricole sur les dynamiques de développement. Nous retenons cependant un certain nombre de principes qui doivent guider les recherches futures. Dans un contexte d'incertitude « incompressible », les surprises sont la règle plutôt que l'exception. Les dispositifs doivent s'adapter à ce qui apparaissait comme une contrainte, comme ça a été le cas pour la diversité ou l'hétérogénéité à la période précédente, pour en faire un atout. Plutôt que de rechercher des solutions optimales il convient de définir des espaces de viabilité sur lesquels il est possible de trouver des compromis entre des objectifs souvent contradictoires. Les problèmes sont co-construits avec les populations locales, qui contribuent au processus adaptatif de résolution à travers une démarche d'apprentissage collectif. Le rôle des chercheurs est alors de créer les conditions d'un dialogue productif : (i) en fournissant des informations pertinentes, qui mettent en relations différentes échelles spatiales et temporelles, et compréhensibles : qui correspondent aux schémas mentaux des personnes auxquelles elles s'adressent ; (ii) en identifiant et/ou en créant des fenêtres d'opportunité : périodes favorables à la négociation où les acteurs sont prêts à interagir sur des bases équilibrées, (iii) en favorisant l'émergence de leaders, de nouveaux acteurs porteurs de légitimité vis-à-vis du groupe, ou de nouveaux réseaux capables de soutenir les dynamiques d'innovation.

Un nouveau champ de recherche émerge, qui vise à généraliser les enseignements tirés d'études de cas et d'expérimentations locales. Alors que l'on assiste à un double mouvement de globalisation et de renforcement des dynamiques locales l'enjeu est de mettre au point des dispositifs de recherche capables dans un premier temps d'articuler ces

Conclusion

échelles d'analyse du changement, puis dans un second temps d'engager des dynamiques intentionnelles d'innovations compatibles avec la « grande transition » vers un développement durable. Des consortia scientifiques se sont mis en place ces dernières années pour porter à au niveau global les travaux de recherche d'équipes dispersées. Les initiatives internationales telles que celle sur les Dimensions humaines et institutionnelles du changement environnemental global (www.ihdp.org) facilitent la mise en commun d'expériences et de méthodes. Un effort de recherche particulier porte sur (i) la mise en place de dispositifs de recherche à long terme (observatoires de recherche, sites ateliers) qui permettent de suivre les transformations des socio-écosystèmes de manière diachronique sur de longues périodes dans une perspective historique et (ii) des études comparatives qui intègrent les connaissances empiriques issues de ces terrains grâce par exemple à des grilles d'analyse élaborées a posteriori (méta-analyses) ou d'autres méthodes visant à l'intégration des trajectoires singulières dans des modèles généralisables (Lambin et Geist, 2006). D'autres équipes travaillent sur les modes de gouvernance d'une transition intentionnelle autour (i) de dynamiques locales de collaboration en conception fondées sur les notions de concepts intermédiaires et de danses génératives (Cook et Brown, 1999 ; Teulier et Hubert, 2004), ou (ii) « d'arènes de transition » : expérimentations de large envergure dans un contexte d'implémentation de politiques publiques (Van de Kerkhof et Wiczorek, 2005 ; Kaljonen, 2006). L'objectif est de passer au niveau supérieur, celui de la société (Latour, 1999). On change alors sans doute de niveau de réalité. Du statut de *moyen* de l'apprentissage organisationnel le collectif devient *enjeu* de l'innovation sociétale. Face à des civilisations en voie d'uniformisation sous l'effet de la mondialisation, de plus en plus sensible aux problématiques environnementales communes, mais qui revendiquent leurs spécificités sociopolitiques il semble illusoire de penser qu'existe une voie unique ou une théorie unificatrice vers un nouveau projet global d'écologie politique. Les grands principes énoncés ci-dessus à propos des plateformes de négociation restent valides aux niveaux supérieurs. Les démarches d'apprentissage collectif prennent la forme de forums hybrides, conférences de consensus, jurys citoyens, etc. Ces méthodes contribuent à la transformation des modes de pensée, des cadres relationnels et des processus décisionnels dans une perspective de démocratie dialogique (Argyris et Schön, 1996 ; Callon et al., 2001). La recherche devient alors une aventure humaine de grande envergure... faite de réseaux, de controverses scientifiques, et d'implication citoyenne. Les expériences et les propositions présentées dans cet

Transitions agraires et dynamiques environnementales en Asie du Sud-Est

ouvrage s'inscrivent dans ce contexte global d'une science en mutation. Elles explorent les voies d'une meilleure maîtrise sociale de l'innovation dans la perspective d'un développement durable.

Références

- ADB, 2000. Environments in Transition: Cambodia, Lao PDR, Thailand, Viet Nam. Asian Development Bank, Manila.
- Aglietta M., 1981. Crises et transformations sociales. *Problèmes Economiques* 1723, 17-22.
- Akram-Lodhi A.H., 2004. Are landlords taking back the land? An essay on the agrarian transition in Vietnam. *European Journal of Development Research* 16, 757-789.
- Allen T.F.H. 2003. For simple systems we can use models, but complex systems must have narrative. In: *International Workshop Interfaces between Science and Society: Collecting Experiences for Good Practice*. 27-28 November 2003, European Commission, Joint Research Centre, Ispra, Italy.
- Allen T.F.H., Giampietro M., 2005. Narratives and transdisciplines for a post-industrial world. In: *Cancun 2005, The 49th Annual Meeting of the International Society for the Systems Sciences*. 1-5 July 2005, Cancun, Mexico.
- Alther C., Castella J.C., Novosad P., Rousseau E., Tran T.H., 2002. Impact of accessibility on the range of livelihood options available to farm households in mountainous areas of northern Vietnam. In: *Castella J.C., Dang D.Q. (eds.), Doi Moi in the Mountains. Land Use Changes and Farmers' Livelihood Strategies in Bac Kan Province, Vietnam*. The Agricultural Publishing House, Hanoi, 121-146.
- Altieri M.A., 1995. *Agroecology: The science of Sustainable Agriculture*. Westview Press, Boulder.
- Amblard F., Rouchier J., Bommel P., 2006. Evaluation et validation de modèles multi-agents. In: *Amblard F., Phan D. (eds.), Modélisation et Simulation Multi-Agents. Applications pour les Sciences de l'Homme et de la Société*. Hermes-Sciences & Lavoisier, Londres, 87-122.
- Angelsen A., Kaimowitz D., 2001. The role of agricultural technologies in tropical deforestation. In: *Angelsen A., Kaimowitz D. (eds.), Agricultural Technologies and Tropical Deforestation*. CABI Publishing, Wallingford, 1-17.
- Antheaume B., Bonnemaïson J., Bruneau M., Taillard C. (eds.), 1995. *Asie du Sud-Est, Océanie*. Volume no 7. In : *Brunet R. (dir.) Géographie Universelle*, Belin – Reclus, Paris.
- Aquino (d') P., 2002. *Accompagner une Maîtrise Ascendante des Territoires : Prémices d'une Géographie de l'Action Territoriale*. Mémoire d'Habilitation à Diriger les Recherches, Université de Provence, Aix en Provence.
- Argyris C., Schön D., 1996. *Organizational Learning II: Theory, Method and Practice*. Addison Wesley, Reading.
- Aubin J.P., 1996. Une métaphore mathématique du principe de précaution. *Natures, Sciences, Sociétés* 4, 146-154

Transitions agraires et dynamiques environnementales en Asie du Sud-Est

- Aubin J.P., 2005. *La Mort du Devin, l'Emergence du D miurge*.  ditions Beauchêne, Paris.
- Bal P., Castella J.C., Le Quoc Doanh, Husson O., Tran Dinh Long, Dang Dinh Quang, Ha Dinh Tuan, Duong Duc Vinh, 2000. Diagnostic systémique, recherche agronomique et appui au développement : Exemple d'une intervention concertée dans la province de Bac Kan. In : VASI-GRET (eds.), *Appui à l'Organisation de la Production Agricole dans le Nord du Vietnam*. Maison d'Edition de l'Agriculture, Hanoi, Vietnam, 57-92.
- Barrau J., 1972. Culture itinérante, culture sur brûlis, culture nomade, écobuage ou essartage ? Un problème de terminologie agraire. *Etudes Rurales* 45, 99-103.
- Barreteau O., Bousquet F., Attonaty J.M., 2001. Role-playing games for opening the black box of multi-agent systems: method and lessons of its application to Senegal River Valley irrigated systems. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* 4(2), 5.
- Benoît M., Deffontaines J.P., Lardon S., 2006. *Acteurs et Territoires Locaux. Vers une G oagronomie de l'Aménagement*. INRA, Editions Quae, Paris.
- Bergeret P., 2002. *Paysans, Etat et Marchés au Vietnam : Dix Ans de Coopération Agricole dans le Bassin du Fleuve Rouge*. Karthala, Paris.
- Berkes F., Colding J., Folke C., 2003. *Navigating Social-Ecological Systems*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Berkhout F., 2002. Technological regimes, path dependency and the environment. *Global Environmental Change* 12, 1-4.
- Berkhout F., Smith A., Stirling A., 2003. *Socio-Technological Regimes and Transition Contexts*. Working Paper Series 2003/3, Sciences & Technology Policy Research Unit, University of Sussex, Brighton.
- Bernstein H., Byres T.J., 2001. From peasant studies to agrarian change. *Journal of Agrarian Change* 1, 1-56.
- Bertrand C., Bertrand G., 1992. Territorialiser l'environnement. Un objectif pour la géographie. *G oforum « Sens et Pratiques de l'Environnement : Du Côté des Géographes*, Dijon, 24-26 mai 1991, France. *G odoc* 37, Géographie et Aménagement, Université de Toulouse – Le Mirail.
- Blanc-Pamard C., Milleville P. (eds.), 1985. *A Travers Champs, Agronomes et Géographes - Dynamique des Systèmes Agraires*. Editions ORSTOM, Paris.
- Blanc-Pamard C., Boutrais J., 2002. Les temps de l'environnement. D'un sauvetage technique à une gestion locale en Afrique et à Madagascar. In : *Regards sur l'Afrique*, Congrès UGI 2002 de Durban. *Historiens et Géographes* 379, 249-262.
- Boissau S., Castella J.C., 2003. Constructing a common representation of local institutions and land use systems through simulation-gaming and multi-agent modeling in rural areas of Northern Vietnam: the SAMBA-Week methodology. *Simulations & Gaming* 34, 342-347.

Références

- Boissau S., Castella J.C., Nguyen Hai Thanh, 2003a. La distribution des terres de forêt au nord du Vietnam. I: droits d'usage et gestion des ressources. Cahiers Agricultures 12, 297-305.
- Boissau S., Castella J.C., Nguyen Hai Thanh, 2003b. La distribution des terres de forêt au nord du Vietnam. II : sédentarisation et évolution des modes de production. Cahiers Agricultures 12, 307-320.
- Boissau S., Hoang Lan Anh, Castella J.C., 2004. The SAMBA role play game in northern Vietnam. An innovative approach to participatory natural resource management. Mountain Research and Development 24, 101-105.
- Boissau S., 2005. Co-evolution of a research question and methodological development: an example of companion modeling in northern Vietnam. In: Bousquet F., Trébuil G., Hardy B. (eds.), Companion modeling and multi-agent systems for integrated natural resource management in Asia. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines, 85-99.
- Boissau S., 2007. Emergence of Local Institutions in Common-Pool Resources Management. PhD Dissertation, Wageningen University.
- Boltanski L., Thévenot L., 1991. De la Justification : Les Economies de la Grandeur. Gallimard, Paris.
- Bonin M., Thion P., Cheylan J.P., Deffontaines J.P., 2001. La modélisation graphique, de la recherche au développement. In : Malézieux E., Trébuil G., Jaeger M. (eds.), Modélisation des Agroécosystèmes et Aide à la Décision. CIRAD & INRA, Montpellier, 391-412.
- Boserup E., 1965. The Conditions of Agricultural Growth: The Economics of Agrarian Change under Population Pressure. Aldine, Chicago.
- Bouman B.A.M., Van Keulen H., Van Laar H.H., Rabbinge R., 1996. The 'School of de Wit' crop growth simulation models: A pedigree and historical overview. Agricultural Systems 52, 171-198.
- Bouman B.A.M., Xiaoguang Y., Huaqi W., Zhiming W., Junfang Z., Changgui W., Bin C., 2002. Aerobic rice (Han Dao): a new way of growing rice in water-short areas. In: Proceedings of the 12th International Soil Conservation Organization Conference, 26-31 May, 2002. Tsinghua University Press, Beijing, China, 175-181.
- Bousquet F., Bakam I., Proton H., Le Page C., 1998. Cormas: common-pool resources and multi-agent systems. Lecture Notes in Artificial Intelligence 1416, 826-838.
- Bousquet F., Le Page C., 2004. Multi-agent simulations and ecosystem management: a review. Ecological Modelling 176, 313-332.
- Brabant P., Darracq S., Nguyen Cam Van, 2004. Trois Atlas Environnementaux au Vietnam. Atlas Cédérom, Editions IRD, Paris.
- Brady N.C., 1996. Alternatives to slash and burn: a global imperative. Agriculture, Ecosystems and Environment 58, 3-11.
- Brossier J., Benoît M., 2005. Modéliser et agir dans des systèmes complexes : la question des dispositifs humains. Une illustration avec la gestion de l'eau dans les territoires ruraux. Colloque de Cerisy 2005 : Intelligence de la Complexité :

Transitions agraires et dynamiques environnementales en Asie du Sud-Est

Epistémologie et Pragmatique, Association Européenne du Programme Modélisation de la Complexité (MCX) et Association pour la Pensée complexe (APC).

- Bruneau M., Marcotte L., 1991. Les Etats de l'Asie du Sud-Est continentale. Persistance du modèle en auroles concentriques. *Mappemonde* 1/1991, 4-8.
- Brunet R., 1986. La carte modèle et les chorèmes. *Mappemonde* 86, 2-6.
- Bui Tan Yen, Kam S.P., Pham Quang Ha, Chu Thai Hoanh, Bui Huy Hien, Castella J.C., Ho Quang Duc, Vu Dinh Tuan, Vu Nguyen, Cao Ky Son, 2002. Exploring land use options for agricultural development in Bac Kan province, Vietnam. Proceedings of the 17th World Congress of Soil Sciences, 14-21 August 2002, Bangkok. Paper no. 1217, 1-10.
- Byres T.J., 1996. *Capitalism from Above and Capitalism from Below: An Essay in Comparative Political Economy*. The MacMillian Press, London.
- Calder I.R., Aylward B., 2006. Forest and floods: Moving to an evidence-based approach to watershed and integrated flood management. *Water International* 31, 87-99.
- Callon M., 1987. Society in the making: The study of technology as a tool for sociological analysis. In: Bijker W., Hughes T., Pinch T. (eds.), *The Social Construction of Technological Systems. New Directions in the Sociology and History of Technology*. MIT Press, Cambridge, 83-103.
- Callon M., Lascoumes P., Barthes Y., 2001. *Agir dans un Monde Incertain, Essai sur la Démocratie Technique*. Le Seuil, Paris.
- Caron P., 2005. A quels territoires s'intéressent les agronomes ? Le point de vue d'un géographe tropicaliste. *Natures Sciences Sociétés* 13, 145-153.
- Cardenas J.C., Ostrom E., 2004. What do people bring into the game? Experiments in the field about cooperation in the commons. *Agricultural Systems* 82, 307-326.
- Castella J.C., Gayte O., Do Minh Phuong, 1999a. Developing approaches for meso-level studies for effective community-based natural resource management in the uplands of Vietnam. In: Kam S.P., Hoanh C.T. (eds.), *Scaling Methodologies in Ecoregional Approaches for Natural Resource Management*. IRRI, Makati City, Philippines, 93-107.
- Castella J.C., Jourdain D., Trébuil G., Napompeth B., 1999b. A systems approach to understanding obstacles to effective implementation of IPM in Thailand: key issues for the cotton industry. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 72, 17-34.
- Castella J.C., Kam S.P., Hoanh C.T., 2001. New partnership mechanisms for integrated natural resource management: the Red River Basin (Vietnam) pilot region for operational ecoregional approach. *International Journal of Sustainable Development* 4, 351-367.
- Castella J.C., Dang Dinh Quang (eds.), 2002. *Doi Moi in the Mountains. Land Use Changes and Farmers' Livelihood Strategies in Bac Kan Province, Vietnam*. The Agricultural Publishing House, Hanoi, Vietnam.
- Castella J.C., Boissau S., Tran Ngoc Trung, Dang Dinh Quang, 2002a. Samba, un système multi-agents pour la compréhension des dynamiques agraires. *Cas des*

Références

- zones de montagne du bassin du fleuve Rouge (Viêt Nam). In : Orange D. et al. (eds.), *Gestion Intégrée des Ressources Naturelles en Zones Inondables Tropicales*. IRD Editions, Paris, 733-751.
- Castella J.C., Tran Trong Hieu, Eguienta Y.K., 2002b. Combination of participatory landscape analysis and spatial graphic models as a common language between researchers and local stakeholders. SAM Paper Series 12, Vietnam Agricultural Science Institute, Hanoi, Vietnam.
- Castella J.C., Boissau S., Hoang Lan Anh, 2003a. Enhancing communities' adaptability to a rapidly changing environment in Vietnam uplands: the SAMBA role-play. In: Serrano R.C., Aggangan R.T. (eds.), *Sustaining Upland Development in Southeast Asia: Issues, Tools and Institutions for Local Natural Resource Management*. PCARRD, Los Banos, Philippines, 203-236.
- Castella J.C., Chabanne A., Dang Dinh Quang, Ha Dinh Tuan, Husson O., Le Quoc Doanh, Tran Dinh Long (eds.), 2003b. *Vers un Développement Agricole Durable dans les Zones de Montagne au Nord du Vietnam*. Vietnam Agricultural Science Institute, Hanoi, Vietnam. CD-Rom Multimédia.
- Castella J.C., Dang Dinh Quang, Thévenot P., 2004a. Toward new modes of governance of the research-development continuum to facilitate the dissemination of agricultural innovations in a mountainous province of northern Vietnam. *International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology* 3, 77-94.
- Castella J.C., Tran Quoc Hoa, Husson O., Vu Hai Nam, Dang Dinh Quang, 2004b. Appartenance ethnique, accès aux ressources foncières, et stratégies paysannes dans une zone de montagne au nord du Vietnam. *Cahiers Agricultures* 13, 403-411.
- Castella J.C., 2005. Une méthode d'analyse multi-échelle des transitions agraires. Application aux zones de montagne dans le Nord du Viêt-nam. *L'Espace Géographique* 2005/4, 351-366.
- Castella J.C., Boissau S., Tran Ngoc Trung, Dang Dinh Quang, 2005a. Agrarian transition and lowland-upland interactions in mountain areas in northern Vietnam: Application of a multi-agent simulation model. *Agricultural Systems* 86, 312-332.
- Castella J.C., Pham Hung Manh, Kam S.P., Villano L., Tronche N.R., 2005b. Analysis of village accessibility to markets, schools and health services and its impact on land use dynamics in a mountainous province of northern Vietnam. *Applied Geography* 25, 308-326.
- Castella J.C., Tran Ngoc Trung, Boissau S., 2005c. Participatory simulation of land-use changes in the northern mountains of Vietnam: The combined use of an agent-based model, a role-playing game, and a geographic information system. *Ecology and Society* 10(1), 27.
- Castella J.C., Tran Trong Hieu, Eguienta Y.K., 2005d. Participatory landscape analysis for community-based livestock management in Vietnam. *Participatory Learning and Action* 51, 82-89.
- Castella J.C., Tronche N.R., Vu Nguyen, 2005e. Impact des dynamiques agraires sur les paysages de montagne au nord du Vietnam au cours de la décennie 1990. *Cybergeo : Revue Européenne de Géographie* 297, 13 janvier 2005.

Transitions agraires et dynamiques environnementales en Asie du Sud-Est

- Castella J.C., Deguine J.P., 2006. Cycles phytosanitaires et viabilité des systèmes cotonniers. *Cahiers Agricultures* 15, 102-108.
- Castella J.C., Boissau S., Nguyen Hai Thanh, Novosad P., 2006a. Impact of forestland allocation on land use in a mountainous province of Vietnam. *Land Use Policy* 23, 147-160.
- Castella J.C., Eguienta Y.K., Tran Trong Hieu, 2006b. Facilitating the diffusion of alternative cropping systems for mountain agriculture in Vietnam. *Journal of Sustainable Agriculture* 27, 137-157.
- Castella J.C., Slaats J., Dang Dinh Quang, Geay F., Nguyen Van Linh, Pham Hanh Tho, 2006c. Connecting marginal rice farmers to agricultural knowledge and information systems in Vietnam uplands. *Journal of Agricultural Education and Extension* 12, 109-125.
- Castella J.C., Verburg P.H., 2007. Combination of process-oriented and pattern-oriented models of land use change in a mountain area of Vietnam. *Ecological Modelling*.
- Castella J.C., Kam S.P., Dang Dinh Quang, Verburg P.H., Chu Thai Hoanh, 2007. Combining top-down and bottom-up modelling approaches of Land Use/Cover Change to support public policies: Application to sustainable management of natural resources in northern Vietnam. *Land Use Policy* 24.
- Chambers R., 2006. Participatory mapping and geographic information systems: Whose map? Who is empowered and who disempowered? Who gains and who loses? *The Electronic Journal on Information Systems in Developing Countries* 25, 1-11.
- Charre J., 2002. Le pourquoi et le pourquoi pas. In : Actes du Colloque Géopoint 2000 : L'Explication en géographie, 29-30 mai 2000, Université d'Avignon et des Pays du Vaucluse, Avignon, 287-290.
- Checkland P., 1981. *Systems Thinking, Systems Practice*. John Wiley, Chichester.
- Cheyran J.P., Deffontaines J.P., Lardon S., Théry H., 1990. Les chorèmes, un outil pour l'étude de l'activité agricole dans l'espace rural ? *Mappemonde* 4/1990, 2-4.
- Collectif ComMod, 2005. La modélisation comme outil d'accompagnement. *Natures Sciences Sociétés* 13, 165-168.
- Collectif ComMod (2007) La posture d'accompagnement des processus de décision: Point d'étape sur les références et questions transdisciplinaires. In : Hervé D. (ed.) *Modélisations à l'Interface entre Natures et Sociétés*.
- Collins M. (ed.), 1992. *Les Forêts Tropicales : leurs Peuples, leur Végétation, leur Faune*. UICN - Editions Solars, Paris.
- Comte A., 1971. *Cathéchisme Positiviste. Appel aux Conservateurs. Discours sur l'Esprit Positif*. Oeuvres XI, Anthropos, Paris.
- Conklin H.C., 1954. An ethno-ecological approach to shifting agriculture. In: Vayda A.P. (ed.), *Environment and Cultural Behaviour*, American Museum Sourcebooks in Anthropology, Natural History Press, New York, 221-223.
- Conklin H.C., 1961. The study of shifting cultivation. *Current Anthropology* 2, 27-61.

Références

- Conklin H.C., 1980. *Ethnographic Atlas of Ifugao: A Study of Environment, Culture and Society in Northern Luzon*. Yale University Press, New Haven, Conn.
- Conway G., 1997. *The Doubly Green Revolution. Food for All in the 21st Century*. Penguin Books, London.
- Cook S.D.N., Brown J.S., 1999. Bridging epistemologies: the generative dance between organizational knowledge and organizational knowing. *Organization Science* 10, 381-400.
- Cooke B., Kothari U. (eds.), 2001. *Participation: the New Tyranny?* Zed Books, New York.
- Couty P., 1981. Le temps, l'histoire et le planificateur. *Cahiers ORSTOM, Série Sciences Humaines* 18, 261-266.
- Couty P., 1984. La vérité doit être construite. *Cahiers ORSTOM, Série Sciences Humaines* 20, 5-15.
- Couty P., 1989. Similitudes, simulacres et absence. In: Perrier E., Couty P., Iris J.M., Renaud P., Pichon G., Mullon C. (eds.), *La Modélisation: Aspects Pratiques et Méthodologie, Seminfo 2, Colloques et Séminaires*, ORSTOM, Paris, 385-426.
- Cramb R.A., 2005. Farmers' strategies for managing acid upland soils in Southeast Asia: an evolutionary perspective. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 106, 69-87.
- Cyrulnik B., Seron C. (eds.), 2004. *La Résilience ou Comment Renaître de sa Souffrance*. Fabert, Paris.
- Dang Nghiem Van, 1991. La culture sur brûlis et le nomadisme. *Etudes Vietnamiennes* 1(99), 16-28.
- Dao The Tuan, 2000. The Agrarian systems of the northern uplands. In: *EC Workshop on Sustainable Rural Development in the Southeast Asian Mountainous Region*, 28-30 Nov. 2000, Hanoi, CD Multimédia.
- Daré W., 2005. *Comportements des Acteurs dans le Jeu et dans la Réalité : Indépendance ou Correspondance ? Analyse Sociologique de l'Utilisation de Jeux de Rôles en Aide à la Concertation*. Thèse de Doctorat en Sociologie, ENGREF, Montpellier.
- Darré J.P., 1996. *L'Invention des Pratiques dans l'Agriculture. Vulgarisation et Production Locale de Connaissances*. Karthala, Paris
- Darré J.P., 1997. Une condition de la recherche-action : La coopération sur la problématique et son évolution. In : Albaladejo C., Casabianca F. (eds.), *La Recherche-Action. Ambitions, Pratiques, Débats. Etude. Rech. Syst. Agraires Dév.* 30, 177-182.
- Darré J.P., 1999. *La Production de Connaissances pour l'Action : Arguments contre le Racisme de l'Intelligence*. Maison des Sciences de l'Homme/INRA, Paris.
- Darré J.P., Mathieu A., Lasseur J. (eds.), 2004. *Le Sens des Pratiques : Conceptions d'Agriculteurs et Modèles d'Agronomes*. Éditions INRA, Paris.

Transitions agraires et dynamiques environnementales en Asie du Sud-Est

- Dasgupta S., Deichmann U., Meisner C., Wheeler D., 2005. Where is the poverty–environment nexus? Evidence from Cambodia, Lao PDR, and Vietnam. *World Development* 33, 617-638.
- David A., 2001. Models implementation: A state of the art. *European Journal of Operational Research* 134, 459-480.
- DeAngelis D.L., Waterhouse J., 1987. Equilibrium and nonequilibrium concepts in ecology. *Ecological Monographs* 57, 1-21.
- Deffontaines J.P., Landais E., Pierret P., 2000. Le temps long et le temps rond des paysages agricoles. In : Barrué-Pastor M., Bertrand G. (eds.), *Les Temps de l'Environnement. Actes des Journées du Programme Environnement, Vie et Sociétés*, 5-7 novembre 1997, Session 3, Presses Universitaires du Mirail, Toulouse, 71-81.
- De Koninck R. (ed.), 1994. *Le Défi Forestier en Asie du Sud-Est*. Université Laval, Québec.
- De Koninck R., 1997. *Le Recul de la Forêt au Vietnam*. Centre de Recherche pour le Développement International, Ottawa, Canada.
- De Koninck R., 1998. La logique de la déforestation en Asie du Sud-Est. *Les Cahiers d'Outre-Mer* 51, 339-366.
- De Koninck R., 2003. Les agricultures du Sud-Est asiatique : interrogations sur l'avenir d'un nouveau modèle de développement. *L'Espace Géographique* 2003-4, 301-310.
- De Koninck R., Miller M., Gendron B., 2003. Cartographier l'évolution de la population de l'Asie du Sud-Est: 1950-1995. *Mappemonde* 71, 1-6.
- De Koninck R., 2004. The challenges of the agrarian transition in Southeast Asia. *Labour, Capital and Society* 37, 285-288.
- De Koninck R., 2005. *L'Asie du Sud-Est*, 2e Edition revue et corrigée. Éditions Armand Colin, Paris.
- Dent D.L., Dalal Clayton D.B., Ridgway R.B., 1994. The future of the land lies in the capability of its people and their institutions. In: Fresco L.O. et al. (eds.), *The Future of the Land: Mobilising and Integrating Knowledge for Land Use Options*. John Wiley, Chichester, 81-86.
- De Wit C.T., van Keulen H., Seligman N.G., Spharim I., 1988. Application of interactive multiple goal programming techniques for analysis and planning of regional agricultural development. *Agricultural Systems* 26, 211-230.
- Diamond J., 1997. *Guns, Germs, and Steel: The Fates of Human Societies*. W.W. Norton & Company, New York.
- Diamond J., 2005. *Collapse: How Societies Choose to Fail or Succeed*. Viking Press, New York.
- Do Dinh Sam, 1994. *Shifting Cultivation in Vietnam: Its Social, Economic and Environmental Values Relative to Alternative Land Use*. International Institute for Environment and Development, London.

Références

- Donovan D., Tran Duc Vien, Rambo A.T., Fox J.M., Le Trong Cuc (eds.), 1996. Development Trends in Vietnam's Northern Mountain Region. East-West Center, Honolulu.
- Douthwaite B., Ekboir J.M., Twomlow S., Keatinge J.D.H., 2004. The concept of Integrated Naturel Resource Management (INRM) and its implications for developing evaluation methods. In: Shiferaw B., Freeman H.A., Swinton S.M. (eds.), Natural Resource Management in Agriculture: Methods for Assessing Economic and Environmental Impacts. CABI Publishing, Cambridge, 321-340.
- Ducourtieux O., 2006. Du Riz et des Arbres : L'Elimination de l'Agriculture d'Abattis-Bûlis, une Constante Politique au Laos. Thèse de doctorat INA P-G, Paris.
- Ducourtieux O., Castella J.C., 2006. Land reforms and impact on land use in the uplands of Vietnam and Laos: Environmental protection or poverty alleviation? In: Les Frontières de la Question Foncière : Enchâssement Social des Droits et Politiques Publiques, 17-19 mai 2006, Montpellier, CD Multimédia.
- Dufumier M., 2004. Agricultures et Paysanneries des Tiers-Mondes. Editions Karthala, Paris.
- Dumont R., 1935. La Culture du Riz dans le Delta du Tonkin – Etude de Propositions d'Amélioration des Techniques Traditionnelles de Riziculture Tropicale. Réédition 1995, Collection Grand Sud. Série « Classiques » 6. Prince of Songkla University, Thailand.
- Eguienta Y.K., 2000. Diagnostic des Systèmes d'Elevage Bovo-Bubalin dans une Zone de Montagne au Nord du Vietnam. Mémoire CNEARC, Montpellier.
- Ehrardt-Martinez K., Crenshaw E., Jenkins J., 2002. Deforestation and the environmental Kuznets curve: cross-national evaluation of intervening mechanisms. Social Science Quarterly 83, 226-243.
- Eldin M., Milleville P. (eds.), 1999. Le Risque en Agriculture. Editions de l'ORSTOM, Paris.
- Ellul J., 1977. Le Système Technicien. Calmann-Lévy, Paris.
- Epprecht M., Heinimann A. (eds.), 2004. Socioeconomic Atlas of Vietnam. A Depiction of the 1999 Population and Housing Census. Swiss National Centre of Competence in Research (NCCR) North-South, University of Berne. Berne.
- Erout A., Castella J.C., 2004. Riz d'en bas - riz d'en haut: éléments structurant des systèmes de production agricole d'une province de montagne au nord du Vietnam. Cahiers Agricultures 13, 413-420.
- FAO, 1957. Nomadisme agricole. Unasylya 11, 9-11.
- FAO, 2005. La Situation des Forêts dans le Monde. FAO, Rome.
- Faysse N., 2006. Troubles on the way: An analysis of the challenges faced by multi-stakeholder platforms. Natural Resources Forum 30, 219-229.
- Fazey I., Fazey J.A., Fazey D.M.A., 2005. Learning more effectively from experience. Ecology and Society 10(2): 4.

Transitions agraires et dynamiques environnementales en Asie du Sud-Est

- Floret C., Serpantié G. (eds.), 1993. La Jachère en Afrique de l'Ouest. Editions de l'ORSTOM, Paris.
- Folke C., Carpenter S., Elmqvist T., Gunderson L., Holling C.S., Walker B., 2002. Resilience and sustainable development: building adaptive capacity in a world of transformations. *Ambio* 31, 437-440.
- Fox J.M., 2000. How blaming 'slash and burn' farmers is deforesting mainland Southeast Asia. *AsiaPacific Issues* 47, 8.
- Fox J.M., Truong D.M., Rambo T.A., Tuyen N.P., Cuc L.T., Leisz S., 2000. Shifting cultivation: a new old paradigm for managing tropical forest. *BioScience* 50, 521-528.
- Fox J.M., Rindfuss R., Walsh S.J., Mishra V. (eds.), 2003. *People and the Environment: Approaches for Linking Household and Community Surveys to Remote Sensing and GIS*. Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Fox J.M., Vogler J.B., 2005. Land-use and land-cover change in Montane Mainland Southeast Asia. *Environmental Management* 36, 394-403.
- Fresco L.O., 1994. Imaginable futures, a contribution to thinking about land use planning. In: Fresco L.O., Stroosnijder L., Bouma J., Van Keulen H. (eds.), *The Future of the Land: Mobilising and Integrating Knowledge for Land Use Options*. John Wiley and Sons, Chichester, 1-8.
- Friedberg E., 1992. Les quatre dimensions de l'action organisée. *Revue Française de Sociologie* 33, 531-557.
- Fujisaka S., Hurtado L., Uribe R., 1996. A working classification of slash-and-burn agricultural systems. *Agroforestry Systems* 34, 151-169.
- Funtowicz S.O., Ravetz J.R., 1993. Science for the post-normal age. *Futures* 25, 739-755.
- Gallais J., 1984. *Hommes du Sahel. Espaces, Temps et Pouvoir. Le Delta Intérieur du Niger 1960-1980*. Flammarion, Paris.
- Gastellu J.M., 1997. Le désordre et le sens. In : Gastellu J.M., Marchal J.Y. (eds.), *La Ruralité dans les Pays du Sud à la Fin du XXe Siècle*. Collection Colloques et Séminaires, ORSTOM Editions, Paris, 695-709.
- Geertz C., 1954. Two types of ecosystems in environment and cultural behaviour. In: Vayda A.P. (ed.) *Environment and Cultural Behaviour*. American Museum Sourcebooks in Anthropology, Natural History Press, New York, 3-28.
- Geist H., Lambin E., 2002. Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation. *Bioscience* 52, 143-150.
- Geist H., Lambin E., 2004. Dynamic causal patterns of desertification. *Bioscience* 54, 817-829.
- Genin D., Elloumi M., 2004. Les relations entre environnement et sociétés rurales au niveau local. Dépasser l'incomplétude des sens. In : Picouet M., Sghaier M., Genin D., Abaab A., Guillaume H., Elloumi M. (eds.), *Environnement et Sociétés Rurales en Mutation. Approches Alternatives*. Latitudes 23, Editions IRD, Paris, 121-149.

Références

- Geppert M., Buchenrieder G., Dang N.T., 2002. Participatory agricultural research and decentralization in Vietnam. *Journal of Agricultural Education and Extension* 8, 171-180.
- George P., 1971. *L'Environnement. Que sais-je ? n°1450*, Presses Universitaires de France, Paris.
- Giampietro M., 2003. *Multi-Scale Integrated Analysis of Agro-Ecosystems*, CRC Press, Boca Raton.
- Glemarec Y., 2003. *Indicateurs d'Environnement en Zone Tropicale : Application à la Dégradation des Forêts, des Eaux et des Sols dans la Province de Thai Nguyen au Viet Nam*. Editions IRD, Paris.
- Glewwe P., Agrawal N., Dollar D. (eds.), 2004. *Economic Growth, Poverty and Household Welfare in Vietnam*. The World Bank, Washington D.C.
- Gourou P., 1936. *Les Paysans du Delta Tonkinois. Etude de Géographie Humaine*. Publications de l'Ecole Française d'Extrême Orient. Les Editions d'Art et d'Histoire, Paris.
- Gourou P., 1948. La civilisation du végétal. *Indonesië* 5, 385-396. Réédition in *Recueil d'articles*. Bruxelles, Société royale belge de géographie 1970, 225-236.
- Gourou P., 1973. *Pour une Géographie Humaine*. Flammarion, Paris.
- Gourou P., 1984. *Riz et Civilisation*. Fayard, Paris.
- Grainger A., 1995. The forest transition: an alternative approach. *Area* 27, 242-251.
- Grainger A., Francisco H.A., Tiraswat P., 2003. The impact of changes in agricultural technology on long-term trends in deforestation. *Land Use Policy* 20, 209-223.
- Greenland D.J., 1975. Bringing the Green Revolution to the shifting cultivator. *Science* 190(4217), 841-844.
- Griffon M., 2006. *Nourrir la Planète*. Editions Odile Jacob, Paris.
- Griffon M., Weber J., 1996. La révolution doublement verte : Economie et institutions. *Cahiers Agricultures* 5, 239-242.
- Gunderson L.H., Holling C.S., 2002. *Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems*. Island Press, Washington D.C.
- Habermas J., 1981. *Théorie de l'Agir Communicationnel*. Traduction française par J.M. Ferry et J.L. Schlegel, 1987, Fayard, Paris.
- Hagmann J.R., Chuma E., Murwira K., Connolly M., Ficarelli P., 2002. Success factors in integrated natural resource management R&D: Lessons from practice. *Conservation Ecology* 5(2), 29.
- Hanks L.M., 1972. *Rice and Man: Agricultural Ecology in Southeast Asia*. Aldine-Atherton, Chicago, New York.
- Hatchuel A., 1994. Apprentissages collectifs et activités de conception. *Revue Française de Gestion* 99, 109-120.

Transitions agraires et dynamiques environnementales en Asie du Sud-Est

- Hatchuel A., 2000. Recherche, intervention et production des connaissances. In : Colloque « Recherches Sur et Pour le Développement Territorial », 12 janvier 2000, INRA, Montpellier.
- Hatchuel A., 2005. Pour une épistémologie de l'action : l'expérience des sciences de gestion. In : Teulier R., Lorino P. (eds.), *Entre Connaissance et Organisation : l'Activité Collective*. Colloque Cerisy 2003, Collection « Recherches », La Découverte.
- Haudricourt A.G., 1987. *La Technologie Science Humaine. Recherche d'Histoire et d'Ethnologie des Techniques*. Editions de la Maison des Sciences de l'Homme, Paris.
- Hirsch P., 1987. Deforestation and development in Thailand. *Singapore Journal of Tropical Geography* 8, 129-138.
- Hoang Lan Anh, Castella J.C., Novosad P., 2006. Social networks and information access: Implications for agricultural extension in a rice farming community in northern Vietnam. *Agriculture and Human Values* 23, 513-527.
- Hickey S., Mohan G. (eds.), 2005. *Participation - From Tyranny to Transformation? Exploring New Approaches to Participation in Development*. Zed Books,
- Holling C.S., 1973. Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecological Systems* 4, 1-23.
- Hubert B., Mathieu N., 1992. Potentialités, contraintes, ressources : Récurrence ou renouveau bien tempéré ? In : Jollivet M. (ed.), *Sciences de la Nature, Sciences de la Société : les Passeurs de Frontière*. CNRS, Paris, 307-320.
- Hubert B., Bonnemaire J., 2000. La construction des objets dans la recherche interdisciplinaire finalisée : de nouvelles exigences pour l'évaluation. *Natures Sciences Sociétés* 8, 5-19.
- Hubert B., 2002. Le traitement du long terme et de la prospective dans les zones ateliers. Les rapports entre chercheurs et acteurs. *Natures Sciences Sociétés* 10, 51-62.
- Hubert B., 2004. *Pour une Ecologie de l'Action. Savoir Agir, Apprendre, Connaître*. Editions Arguments, Paris.
- Hubert B., 2005a. L'interdisciplinarité sciences sociales / sciences de la nature dans les recherches sur problème. In : Teulier R. Lorino P. (eds.), *Entre Connaissance et Organisation : l'Activité Collective*. Colloque Cerisy 2003, La Découverte, 133-155.
- Hubert B., 2005b. Dispositifs, connaissances et apprentissages pour l'agir ensemble : les enjeux environnementaux au secours de la pensée technique. In : Colloque de Cerisy 2005 : *Intelligence de la Complexité : Epistémologie et Pragmatique*, Association Européenne du Programme Modélisation de la Complexité (MCX) et Association pour la Pensée complexe (APC).
- Hubert B., Moulin C.H., Roche B., Pluvinage J., Deffontaines J.P., 2004. Quels dispositifs pour construire des recherches sur problèmes en partenariat ? L'intervention d'une équipe de recherche au Pays Basque intérieur. *Economie Rurale* 279, 35-54.

Références

- Husson O., Castella J.C., Ha Dinh Tuan, Naudin K., 2004. Diagnostic agronomique des facteurs limitants le rendement du riz pluvial dans les zones de montagne au nord du Vietnam. *Cahiers Agricultures* 13, 421-428.
- Isham J., 2002. Can investments in social capital improve local development and environmental outcomes? A cost-benefit framework to assess the policy options. In: Isham J., Kelly T., Ramaswamy S. (eds.), *Social Capital and Economic Development: Well-Being in Developing Countries*. Edward Elgar, Cheltenham, 159-175.
- Jeantet A., 1998. Les objets intermédiaires dans la conception. *Éléments pour une sociologie des processus de conception*. *Sociologie du Travail* 3, 291-316.
- Jiggins J., Röling N., 2000. Adaptive management: potential and limitations for ecological governance. *International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology* 1, 28-42.
- Jouve P., 2004. Transition agraire et résilience des sociétés rurales. *Courrier de l'Environnement de l'INRA* 52, 101-106.
- Kaljonen M., 2006. Co-construction of agency and environmental management. The case of agri-environmental policy implementation at Finnish farms. *Journal of Rural Studies* 22, 205-216.
- Kam S.P., Castella J.C., Hoanh C.T., Trebuil G., Bousquet F., 2002. Methodological integration for sustainable natural resource management beyond field/farm level: lessons from the ecoregional initiative for the humid and sub-humid tropics of Asia. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology* 9, 383-395.
- Kasperson R.E., 2006. Rerouting the stakeholder express. *Global Environmental Change* 16, 320-322.
- Kates R.W., Parris T.M., Leiserowitz A.A., 2005. What is sustainable development? Goals, indicators, values and practice. *Environment* 47, 8-21.
- Kemp R., Schot J., Hoogma R., 1998. Regime shifts to sustainability through processes of niche formation: The approach of Strategic Niche Management. *Technology Analysis and Strategic Management* 10, 175-195.
- Kerkvliet B.J., Porter D.J. (eds.), 1995. *Vietnam's Rural Transformation*. Westview Press, Boulder.
- Khee-Jin Tan A., 2004. Environmental laws and institutions in Southeast Asia: A review of recent developments. *Singapore Yearbook of International Law* 8, 177-192.
- Kinh N.N., Kam S.P., Hoanh C.T., Castella J.C., 1998. Ecoregional Approach for Natural Resources Management in the Red River Basin, Vietnam. Summary Proceedings of a Technical Workshop, IRRI, Los Banos.
- Kinh N.N., Teng P.S., Hoanh C.T., Castella J.C., 1999. *Towards an Ecoregional Approach for Natural Resources Management in the Red River Basin of Vietnam*. The Agricultural Publishing House, Hanoi.
- Kleinman P.J.A., Pimentel D., Bryant R.B., 1995. The ecological sustainability of slash-and-burn agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 52, 235-249.

Transitions agraires et dynamiques environnementales en Asie du Sud-Est

- Krackhardt D., Blythe J., McGrath C., 1994. KrackPlot 3.0: An improved network drawing program. *Connections* 17, 53-55.
- Kropff M.J., Bouma J., Jones J.W., 2001. Systems approaches for the design of sustainable agro-ecosystems. *Agricultural Systems* 70, 369-393.
- Lal R., 2001. Soil degradation by erosion. *Land Degradation and Development* 12, 519-539.
- Lambin E.F., Geist H.J., Lepers E., 2003. Dynamics of land-use and land-cover change in tropical regions. *Annual Review of Environment and Resources* 28, 205-241.
- Lambin E.F., 2005. Conditions for sustainability of human-environment systems: Information, motivation, and capacity, *Global Environmental Change* 15, 177-180.
- Lambin E.F., Geist H.J. (eds.), 2006. *Land-Use and Land-Cover Change. Local Processes and Global Impacts*. Springer, Berlin.
- Landais E., 1998. Agriculture durable : les fondements d'un nouveau contrat social. *Le Courrier de l'Environnement de l'INRA* 33, 5-22.
- Lanly J.P., 1985. Comment définir et mesurer l'agriculture itinérante. *Unasylva* 37(1).
- Latour B., 1989. *La Science en Action. La Découverte*, Paris.
- Latour B., 1999. *Politiques de la Nature. Comment faire entrer les sciences en démocratie*. La Découverte, Paris.
- Lavigne Delville P., Broutin C., Castellagnet C., 2004. Jachères, fertilité, dynamiques agraires, innovations paysannes et collaborations chercheurs/paysans. *Coopérer aujourd'hui* n° 36, GRET, Paris.
- LEARN Group (eds.), 2000. *Cow Up a Tree. Knowing and Learning for Change in Agriculture. Case Studies from Industrialised Countries*. INRA Editions, Paris.
- Leeuwis C., 2000. Reconceptualizing participation for sustainable rural development: Towards a negotiation approach. *Development and Change* 31, 931-959.
- Le Moigne J.L., 2002. *Le Constructivisme. Epistémologie de l'Interdisciplinarité, Tome II*. L'Harmattan, Paris.
- Levang P., Dounias E., Sitorus S., 2005. Out of forest, out of poverty? *Forests, Trees and Livelihoods* 15, 211-235.
- Le Trong Cuc, Rambo A.T. (eds.), 2001. *Bright Peaks, Dark Valleys: A Comparative Analysis of Environmental and Social Conditions and Development Trends in Five Communities in Vietnam's Northern Mountain Region*. The National Political Publishing House, Hanoi.
- Le Van Minh, 2001. *A New Approach for Coordination: The International Support Group. Report to Consultative Group Meeting*. International Cooperation Department, Ministry of Agriculture and Rural Development, Hanoi.
- Liverman D., Moran E.F., Rindfuss R.R., Stern P.C. (eds.), 1998. *People and Pixels: Linking Remote Sensing and Social Science*. National Academy Press, Washington D.C.

Références

- Lhoste P., Tonneau J.P., Trébuil G., 1999. Recherche écorégionale et développement régional : enjeux, démarche et outils. Cahiers de la Recherche Développement 45, 7-36.
- Loorbach D., 2002. Transition management: Governance for sustainability. In: Conference Governance and Sustainability 'New challenges for the state, business and civil society', 30 Sept.-1 Oct. 2002, Berlin.
- Lugo A., 1997. The apparent paradox of re-establishing species richness on degraded lands with tree monocultures. Forest Ecology and Management 99, 9-19.
- Manichon H., Trébuil G., 1999. An ecoregional approach for development-oriented research on agricultural systems. In: Kinh N.N. et al. (eds.), Towards an Ecoregional Approach for Natural Resource Management in the Red River Basin of Vietnam. The Agricultural Publishing House, Hanoi, Vietnam, 13-28.
- Marcours K., Swinnen J.F.M., 2002. Patterns of agrarian transition. Economic Development and Cultural Change 50, 365-394.
- Martens P., Rotmans J., 2005. Transitions in a globalising world. Futures 37, 1133-1144.
- Martin C., Chabanne A., Castella J.C., Eguienta Y.K., Ha Dinh Tuan, 2003. Intégration agriculture-élevage en zone de montagne. Elaboration de systèmes d'alimentation innovants pour les grands ruminants sur la base de systèmes de culture avec couverture végétale. In : PAOPA (eds.), Des Approches Innovantes au Service du Développement Agricole. Cahiers de la Coopération Franco-Vietnamienne, Ambassade de France au Vietnam, Hanoi, 272-281.
- Martin C., Castella J.C., Hoang Lan Anh, Eguienta Y.K., Tran Trong Hieu, 2004. A participatory simulation to facilitate farmers' adoption of livestock feeding systems based on conservation agriculture in the Vietnam uplands. International Journal of Agricultural Sustainability 2, 118-132.
- Mather A.S., 1992. The forest transition. Area 24, 367-379.
- Mather A.S., Needle C., 1998. The forest transition: a theoretical basis. Area 30, 117-124.
- Mather A.S., Needle C., 1999. Environmental Kuznets curves and forest trends. Geography 84, 55-65.
- Mather A.S., Fairbairn J., 2000. From floods to reforestation: The forest transition in Switzerland. Environment and History 6, 399-421.
- Max-Neef M.A., 2005. Foundations of transdisciplinarity. Ecological Economics 53, 5-16.
- Mazoyer M, Roudart L., 1997. Histoire des Agricultures du Monde. Seuil, Paris.
- McCusker B. Carr E.R., 2006. The co-production of livelihoods and land use change: Case studies from South Africa and Ghana. Geoforum 37, 790-804.
- Meinzen-Dick R., DiGregorio M., McCarthy N., 2004. Methods for studying collective action in rural development. Agricultural Systems 82, 197-214.

Transitions agraires et dynamiques environnementales en Asie du Sud-Est

- Mellac G.M., 2000. Des Forêts sans Partage. Dynamique de l'Espace et Utilisation des Ressources dans un District de Montagne au Nord Vietnam. Thèse de Doctorat, Université Michel de Montaigne – Bordeaux III, Bordeaux.
- Mermet L., Billé R., Leroy M., Narcy J.B., Poux X., 2005. L'analyse stratégique de la gestion environnementale : un cadre théorique pour penser l'efficacité en matière d'environnement. *Natures Sciences Sociétés* 13, 127-137.
- Meyfroidt P., 2005. Spatial pattern of forest transition in Vietnam. Poster presentation at the 6th Open Meeting of the Human Dimensions of Global Environmental Change Research Community, 9-13 October 2005, University of Bonn, Bonn, Germany.
- Michaud J., Turner S., Roche Y., 2002. Mapping ethnic diversity in highland Northern Vietnam. *Geojournal* 57, 305-323.
- Milleville P., Serpantié G., 1994. Dynamiques agraires et problématique de l'intensification de l'agriculture en Afrique soudano-sahélienne. In : Recherche pour une Agriculture Tropicale Viable à Long Terme, Colloque 19/10/1994, Paris, Comptes Rendus de l'Académie d'Agriculture de France 80, 149-161.
- Milleville P., 1999. Techniques des agronomes, pratiques des agriculteurs. In : Chauveau J.P., Cormier Salem M.C., Mollard E. (eds.), L'Innovation en Agriculture : Questions de Méthodes et Terrains d'Observation. IRD, Paris, 35-42.
- Moine A., 2006. Le territoire comme un système complexe : un concept opératoire pour l'aménagement et la géographie. *L'Espace Géographique* 2006/2, 115-132.
- Morin E., 1992. From the concept of system to the paradigm of complexity. *Journal of Social and Evolutionary Systems* 15, 371-385.
- Morin E., Le Moigne J.L., 1999. L'Intelligence de la Complexité. Editions L'Harmattan, Paris.
- Morize M., 2005. Etude des Conditions Technico-Economiques d'Adoption de Système de Couverture Végétale en Semis Direct par les Exploitations Agricoles d'une Zone de Montagne du Nord Vietnam. Analyse des Contraintes à l'Echelle de l'Exploitation et Construction d'un Modèle en Programmation Linéaire. Mémoire de Master DAT, CNEARC, Montpellier.
- Murdoch J., 1998. The spaces of actor-network theory. *Geoforum* 29, 357-374.
- Nagendra H., Southworth J., Tucker, C.M., 2003. Accessibility as a determinant of landscape transformation in western Honduras: Linking pattern and process. *Landscape Ecology* 18, 141-158.
- Narayan D., Chambers R., Shah M.K., Petesch P., 2000. *Voices of the Poor: Crying Out for Change*. Oxford University Press, New York.
- NCSSH, 2001. National Human Development Report 2001: Doi Moi and Human Development in Vietnam. The Political Publishing House, Hanoi, Vietnam.
- Neef A. (ed.), 2005. *Participatory Approaches for Sustainable Land Use in Southeast Asia*. White Lotus Publishers, Bangkok.
- Nicolescu B., 2000. Transdisciplinarity and complexity. *Bulletin Interactif du CIRET, Centre International de Recherches et Etudes Transdisciplinaires*, Paris.

Références

- Olsson P., Folke C., Berkes, F., 2004. Adaptive comanagement for building resilience in social-ecological systems. *Environmental Management* 34, 75-90.
- Olsson P., Gunderson L.H., Carpenter S.R., Ryan P., Lebel L., Folke C., Holling C.S., 2006. Shooting the rapids: Navigating transitions to adaptive governance of socio-ecological systems. *Ecology and Society* 11(1), 18.
- Omerik J.M., 1995. Ecoregions: A spatial framework for environmental management. In: Davis W.S., Simon T.P. (eds.), *Biological Assessment and Criteria: Tools for Water Resource Planning and Decision Making*. Lewis Publisher, CRC Press, Boca Raton, 49-62.
- Ostrom E., 2006. The value-added of laboratory experiments for the study of institutions and common-pool resources. *Journal of Economic Behavior & Organization* 61, 149-163.
- Overmars K.P., 2006. Linking Process and Pattern of Land Use Change. Illustrated with a Case Study in San Mariano, Isabela, Philippines. PhD Dissertation, Wageningen University, Wageningen.
- PAOPA (eds.), 2003. Des Approches Innovantes au Service du Développement Agricole. Comment favoriser un plus large impact des projets de recherche-développement sur l'agriculture, les services aux producteurs, et les politiques agricoles ? Actes du colloque PAOPA, Hanoi, 23 et 24 septembre 2002. Cahiers de la Coopération Franco-Vietnamienne, Ambassade de France au Vietnam, Hanoi, Vietnam.
- Parker D.C., Manson S.M., Janssen M.A., Hoffmann M., Deadman P., 2003. Multi-agent systems for the simulation of land-use and land-cover change: a review. *Annals of the Association of American Geographers* 93, 314-337.
- Pecqueur B., 2005. Le développement territorial : une nouvelle approche des processus de développement pour les économies du sud. In : Antheaumes B., Giraut F. (eds.), *Le Territoire est Mort. Vive les Territoires ! Editions IRD, Paris, 295-316*.
- Pélissier P., Sautter G., 1970. Bilan et perspectives d'une recherche sur les terroirs africains et malgache (1962-1969). *Etudes Rurales* 37-38-39, 7-45.
- Penning de Vries F.W.T., Agus F., Kerr J. (eds.), 1998. *Soil Erosion at Multiple Scales: Principles and Methods for Assessing Causes and Impacts*. CABI Publishing, Cambridge.
- Peters J., 2001. Transforming the model approach to upland rural development in Vietnam. *Agriculture and Human Values* 18, 403-412.
- Picouet M., Boissau S., Brun B., Romagny B., Rossi G., Sghaier M., Weber J., 2004. Le renouvellement des théories population-environnement. In : Picouet M., Sghaier M., Genin D., Abaab A., Guillaume H., Elloumi M. (eds.), *Environnement et Sociétés Rurales en Mutation. Approches Alternatives. Latitudes* 23, Editions IRD, Paris, 17-43.
- Pontius R.G., Huffaker D., Denman K., 2004. Useful techniques of validation for spatially explicit land-change models. *Ecological Modelling* 179, 445-461.
- Pontius R.G. Jr., Boersma W., Castella J.C., Clarke K., de Nijs T., Dietzel C., Duan Z., Fotsing E., Goldstein N., Kok K., Koomen E., Lippitt C.D., McConnell W.,

Transitions agraires et dynamiques environnementales en Asie du Sud-Est

- Pijanowski B., Pithadia S., Sood A.M., Sweeney S., Trung T.N., Veldkamp T.A., Verburg P.H., 2007. Comparing the input, output, and validation maps for several models of land change. *Annals of Regional Science*.
- Pretty J., 2003. Social capital and the collective management of resources. *Science* 302, 1912-1914.
- Puig H., 2001. *La Forêt Tropicale Humide*. Belin, Paris.
- Quaghebeur K., Masschelein J., Nguyen Hoang Huong, 2004. Paradox of participation: Giving or taking part? *Journal of Community & Applied Social Psychology* 14, 154-165.
- Rabbinge, R., van Latesteijn H.C., 1992. Long-term options for land use in the European Community. *Agricultural Systems* 40, 195-210.
- Rabbinge R., Leffelaar P.A., Van Latesteijn H.C., 1994. The role of systems analysis as an instrument in policy making and resource management. In: Goldsworthy P., Penning de Vries F.W.T (eds.), *Opportunities, Use, and Transfer of Systems Research Methods in Agriculture to Developing Countries*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 67-79.
- Rabbinge R., 1995. Eco-regional approaches, why, what and how. In: Bouma J. et al. (eds.), *Proceedings of a Symposium on "Ecoregional Approaches for Sustainable Land Use and Food Production"*, 12-16 December 1994, ISNAR, The Hague. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 3-11.
- Ramirez R., 2001. Understanding the approaches for accomodating multiple stakeholders' interests. *International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology* 1, 264-285.
- Rammel C., Van den Bergh J.C.J.M., 2003. Evolutionary policies for sustainable development: adaptive flexibility and risk minimising. *Ecological Economics* 47, 121-133.
- Raskin P., Banuri T., Gallopin G., Gutman P., Hammond A., Kates R., Swart R., 2002. *Great Transition. The Promise and the Lure of the Times Ahead*. Stockholm Environment Institute, Boston.
- Rasul G., Thapa G. B., 2003. Shifting cultivation in the mountains of South and Southeast Asia: regional patterns and factors influencing the change. *Land Degradation and Development* 14, 495-508.
- Ravnborg H.M., Westermann O., 2002. Understanding interdependencies: stakeholder identification and negotiation for collective natural resource management. *Agricultural Systems* 73, 41-56.
- Renn O., 2006. Participatory processes for designing environmental policies. *Land Use Policy* 23, 34-43.
- Rigg J., 2001. *More than the Soil. Rural Change in Southeast Asia*. Prentice Hall, London.
- Rigg J., 2006. Land, farming, livelihoods, and poverty: Rethinking the links in the Rural South. *World Development* 34, 180-202.

Références

- Roetter R.P., Hoanh C.T., Laborte A.G., Van Keulen H., Van Ittersum M.K., Dreiser C., Van Diepen C.A., De Ridder N., Van Laar H.H., 2005. Integration of Systems Network (SysNet) tools for regional land use scenario analysis in Asia. *Environmental Modelling & Software* 20, 291-307.
- Rogers E.M., 1983. *Diffusion of Innovations*, 3rd edition. The Free Press, New York.
- Röling N., 1994. Platforms for decision-making about ecosystems. In: Fresco L.O., Stroosnijder L., Bouma J., Van Keulen H. (eds.), *The Future of the Land : Mobilising and Integrating Knowledge for Land Use Options*. John Wiley, Chichester, 385-393.
- Röling N., 1996. Towards an interactive agricultural science. *European Journal of Agricultural Education and Extension* 2, 35-48.
- Röling N., 1999. Modelling the soft side of the land: The potential of multi-agent systems. In: Leeuwis C. (ed.), *Integral Design: Innovation in Agriculture and Resource Management*. Mansholt Institute, Wageningen, 73-97.
- Röling N.G., Wagemakers M.A.E. (eds.), 1998. *Facilitating Sustainable Agriculture: Participatory Learning and Adaptive Management in Times of Environmental Uncertainty*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Röling N., Maarleveld M., 1999. Facing strategic narratives: An argument for interactive effectiveness. *Agriculture and Human Values* 16, 295-308.
- Rossi G., 1999. Forêt tropicale entre mythes et réalités. *Natures Sciences Sociétés* 7, 22-37.
- Rossi G., 2000. *L'Ingérence Ecologique. Environnement et Développement Rural du Nord au Sud*. CNRS, Paris.
- Rotmans J., Kemp R., Van Asselt M.B.A., Geels F.W., Verbong G., Molendijk K., 2000. *Transitions & Transition Management*. International Centre for Integrative Studies, Maastricht, The Netherlands.
- Rotmans J., Kemp R., Van Asselt M.B.A., 2001. More evolution than revolution: transition management in public policy. *Foresight* 3, 15-31.
- Rudel T.K., 1998. Is there a forest transition? Deforestation, reforestation, and development. *Rural sociology* 63, 533-552.
- Rudel T.K., 2001. Did a Green Revolution restore the forests of the American South? In: Angelsen A., Kaimowitz D. (eds.), *Agricultural Technologies and Tropical Deforestation*. CABI Publishing, Wallingford, 53-68.
- Rudel T.K., 2005. *Tropical Forests. Regional Paths of Destruction and Regeneration in the Late Twentieth Century*. Columbia University Press, New York.
- Rudel T.K., Coomes O.T., Moran E., Achard F., Angelsen A., Xu J., Lambin E., 2005. Forest transitions: towards a global understanding of land use change. *Global Environmental Change* 15, 23-31.
- Ruthenberg H., 1971. *Farming Systems in the Tropics*. Clarendon Press, Oxford.

Transitions agraires et dynamiques environnementales en Asie du Sud-Est

- Sadoulet D., Castella J.C., Vu Hai Nam, Dang Dinh Quang, 2001. Dynamiques agraires, gestion des ressources naturelles et différenciation des exploitations agricoles dans une zone de montagne du Nord Vietnam. *Cahiers Agricultures* 10, 307-318.
- Sautter G., Pélissier P., 1964. Pour un atlas des terroirs africains. Structure type d'une étude de terroir. *L'Homme* 4, 56-72.
- Sayer J., Campbell B., 2004. *The Science of Sustainable Development: Local Livelihoods and the Global Environment*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Schaeffer-Dainciart D., 1998. Redistribution spatiale de la population et collectivisation au Nord-Vietnam : délocalisation des Kinh et sédentarisation des minorités. *Autrepart* 5, 45-62.
- Sebillotte M., Soler L.G., 1988. Le concept de modèle général et la compréhension du comportement de l'agriculteur. *Comptes Rendus de l'Académie d'Agriculture de France* 74, 59-70.
- Sebillotte M., 2002. Logiques de l'agir et construction d'objets de connaissance. L'invention de nouveaux dispositifs de recherche. In : Gaudin T., Hatchuel A. (eds.), *Les Nouvelles Raisons de Savoir, Colloque de Cerisy*. Editions de l'Aube, La Tour d'Aigues, 93-115.
- Simon H.A., 1961. *The new science of management decision*, 3e édition complétée 1977, Prentice Hall, Englewoods Cliffs, NJ. Traduit en 1981 sous le titre: *Le nouveau management. La décision par les ordinateurs*, Economica, Paris.
- Simon H.A., 1997. *Models of Bounded Rationality: Empirically Grounded Economic Reason*. Volume 3, MIT Press, Cambridge, MA, USA.
- Spencer J.E., 1966. *Shifting Cultivation in Southeastern Asia*. University of California Press, Berkeley.
- Steins N.A., Edwards V.M., 1999. Synthesis: Platforms for collective action in multiple-use common-pool resources. *Agriculture and Human Values* 16, 309-315.
- Suchman L., 1987. *Plans and Situated Actions: The Problem of Human-Machine Communication*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Sunderlin W.D., Angelsen A., Belcher B., Burgers P., Nasi R., Santoso L., Wunder S., 2005. Livelihoods, forests, and conservation in developing countries: An overview. *World Development* 33, 1383-1402.
- Swartzendruber J., 1994. *Mainland Southeast Asia: Landscape Change and Deforestation*. World Resources Institute, Washington D.C.
- Swinnen J.F.M., Rozelle S. (eds.), 2006. *From Marx and Mao to the Market*. Oxford Scholarship Online Monographs, Oxford.
- Taillard C., 1983. Pour une nouvelle approche par observation continue des systèmes économiques villageois en Asie du Sud-Est. *Études Rurales* 89-91, 209-222.
- Taillard C., 1995. Le Viêt-nam, émergence d'un nouveau dragon. In : Antheaume B., Bonnemaïson J., Bruneau M., Taillard C. (eds.), *Asie du Sud-Est – Océanie*, Volume no 7, In : Brunet R. (dir.), *Géographie Universelle*, Belin – Reclus, Paris, 188-213.

Références

- Teulier R., Hubert B., 2004. Des Concepts Intermédiaires pour la Conception Collective. Les situations d'action collective avec acteurs hétérogènes. Ecole d'été CNRS « Cognition et TIC », Carry le Rouet.
- Thompson Klein J. (eds.), 2001. Transdisciplinarity: Joint Problem Solving Among Science, Technology and Society. An Effective Way for Managing Complexity. Birkhäuser Verlag, Bâle.
- Tiffen M., Mortimore M., Gichuki F., 1994. More People Less Erosion: Environmental Recovery in Kenya. John Wiley & Sons, Chichester.
- Tomich T.P., Thomas D.E., Van Noordwijk M., 2004a. Environmental services and land use change in Southeast Asia: from recognition to regulation or reward? *Agriculture, Ecosystems and Environment* 104, 229-244.
- Tomich T.P., Chomitz K., Francisco H., Izac A.M.N., Murdiyarto D., Ratner B.D., Thomas D.E., van Noordwijk M., 2004b. Policy analysis and environmental problems at different scales: Asking the right questions. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 104, 5-18.
- Trébuil G., 1993. Agriculture pionnière, révolution verte et dégradation de l'environnement en Thaïlande : Le cinquième dragon ne sera pas vert. *Tiers-Monde* 134, 365-383.
- Trébuil G., Hossain M., 2004. Le Riz : Enjeux Ecologiques et Economiques. Editions Belin, Paris.
- Treuil J.P., Mullon C., 1997. Expérimentation sur mondes artificiels : pour une réflexion méthodologique. In : Blasco F. (ed.), *Tendances Nouvelles en Modélisation pour l'Environnement. Journées du Programme Environnement, Vie et Société du CNRS, janvier 1996, Paris. Elsevier, Paris, 425-431.*
- Turner B.L., Kasperson R.E., Matson P.A., McCarthy J.J., Corell R.W., Christensen L., Eckley N., Kasperson J.X., Luers A., Martello M.L., Polsky C., Pulsipher A., Schiller A., 2003. A framework for vulnerability analysis in sustainability science. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 100, 8074-8079.
- Van de Kerkhof M., Wiczorek A., 2005. Learning and stakeholder participation in transition processes towards sustainability: Methodological considerations. *Technological Forecasting & Social Change* 72, 733-747.
- Van de Walle D., 2002. Choosing rural road investments to help reduce poverty. *World Development* 30, 575-589.
- Van Diepen C.A., Van Keulen H., Van Wolf J., Berkhout J.A.A., 1991. Land evaluation: from intuition to quantification. In: Stewart B.A. (ed.), *Advances in Soil Science*, Springer, New York, 139-204.
- Van Ittersum M.K., Rabbinge R., Van Latesteijn H.C., 1998. Exploratory land use studies and their role in strategic policy making. *Agricultural Systems* 58, 309-330.
- Van Ittersum, M.K., Roetter, R.P., Van Keulen, H., De Ridder, N., Hoanh, C.T., Laborte, A.G., Aggarwal, P.K., Ismail, A.B., Tawang, A., 2004. A systems network (SysNet) approach for interactively evaluating strategic land use options at sub-national scale in South and South-east Asia. *Land Use Policy* 21, 101-113.

Transitions agraires et dynamiques environnementales en Asie du Sud-Est

- Van Keulen H., 1993. Options for agricultural development: a new quantitative approach. In: Penning de Vries F.W.T et al. (eds.), *Systems Approaches for Agricultural Development*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 355-365.
- Van Paassen A., 2004. Bridging the Gap: Computer Model Enhanced Learning for Natural Resource Management in Burkina Faso. *Tropical Resource Management Papers 49*, Wageningen University and Research Centre, Wageningen, The Netherlands.
- Veldkamp A., Fresco L.O., 1996. CLUE: A conceptual model to study the conversion of land use and its effects. *Ecological Modelling 85*, 253-270.
- Verburg P.H., Soepboer W., Veldkamp A., Limpiada R., Espaldon V., Mastura S.A., 2002. Modelling the spatial dynamics of regional land use: the CLUE-S model. *Environmental Management 30*, 391-405.
- Verburg P.H., Schot P., Dijst M., Veldkamp A., 2004a. Land use change modelling: Current practice and research priorities. *GeoJournal 61*, 309-324.
- Verburg P.H., Veldkamp A., Willemen L., Overmars K.P., Castella J.C., 2004b. Landscape level analysis of the spatial and temporal complexity of land use change. In: DeFries R., Asner G., Houghton R. (eds.), *Ecosystems and Land Use Change*. Geophysical Monograph Series 153, American Geophysical Union, Washington D.C., 217-230.
- Vinck D., 1999. Les objets intermédiaires dans les réseaux de coopération scientifique. Contribution à la prise en compte des objets dans les dynamiques sociales. *Revue Française de Sociologie 40*, 385-414.
- Von Thünen J.H., 1826. *Der Isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie*. Hamburg, Perthes. Traduction anglaise: *The Isolated State*. Pergamon Press Oxford, 1966.
- Vu Tu Lap, Taillard C., 1994. *Atlas du Viêt-nam*. Reclus - La Documentation Française, Paris.
- Walker A., 2003. Agricultural transformation and the politics of hydrology in Northern Thailand. *Development and Change 34*, 941-964.
- Walker B., Carpenter S., Anderies J., Abel N., Cumming G.S., Janssen M., Lebel L., Norberg J., Peterson G.D., Pritchard R., 2002. Resilience management in social-ecological systems: a working hypothesis for a participatory approach. *Conservation Ecology 6*(1), 14.
- Walker B., Holling C.S., Carpenter S.R., Linzig A., 2004. Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. *Ecology and Society 9*(2), 5.
- Watters R.F., 1960. The nature of shifting cultivation: A review of recent research. *Pacific Viewpoint 1*, 1-100.
- Westing A.H., 1971. Ecological effects of military defoliation on the forests of South Vietnam. *BioScience 21*, 893-898.
- Wickson F., Carew A.L., Russel A.W., 2006. Transdisciplinary research: Characteristics, quandaries and quality. *Futures 38*, 1046-1059.

Références

- Willemsen L., Verburg P.H., Castella J.C., Vu Nguyen, 2002. Modelling of land cover changes with CLUE-S in Bac Kan province, Vietnam. SAM Paper Series 17, Vietnam Agricultural Science Institute, Hanoi, Vietnam.
- Wilson G.A., Rigg J., 2003. Post productivist agricultural regimes and the south: Discordant concepts? *Progress in Human Geography* 27, 181-207.
- World Bank, 2003. Vietnam Development Report 2002: Implementing Reforms for Faster Growth and Poverty Reduction. World Bank, Hanoi, Vietnam.
- World Bank - ADB, 2002. Vietnam: Delivering on its Promise. Vietnam Development Information Center, Hanoi.
- Wunder S., 2003. Oil Wealth and the Fate of the Forest. Routledge, London.
- Young O.R., Berkhout F., Gallopin G.C., Janssen M.A., Ostrom E., Van der Leeuw S., 2006. The globalization of socio-ecological systems: An agenda for scientific research. *Global Environmental Change* 16, 235-316.
- Zhang P., Shao G., Zhao G., Le Master D., Parker G., Dunning J., Li Q., 2000. China's forest policy for the 21st century. *Science* 288, 2135-2136.
- Zingerli C., Castella J.C., Pham Hung Manh, Pham Van Cu, 2002. Contesting policies: Rural development versus biodiversity conservation in the Ba Be National Park Area, Viet Nam. In: Castella J.C., Dang Dinh Quang (eds.), *Doi Moi in the Mountains. Land Use Changes and Farmers' Livelihood Strategies in Bac Kan Province, Viet Nam*. The Agricultural Publishing House, Hanoi, 249-275.

Résumé

Le traitement des questions d'environnement a largement contribué à faire évoluer les disciplines scientifiques qui s'y sont intéressées au cours des dernières décennies. Les interactions entre disciplines se sont multipliées et enrichies du fait d'un élargissement progressif des échelles spatiales et temporelles d'investigation. Le territoire, objet de recherche interdisciplinaire, suscite l'émergence de nouveaux cadres théoriques, nouvelles démarches, postures et méthodes de recherche pour répondre à des questions environnementales qui s'imposent à tous ou qui sont imposées par de nouvelles normes, régulations internationales, etc.

A partir d'une étude de cas menée au Vietnam, nous tentons d'explicitier des points de vue et des démarches de chercheurs qui ont analysé les interrelations entre les pratiques d'exploitation et la dynamique des milieux dans des zones rurales affectées de mutations rapides et en voie de blocage plus ou moins proche. Dans le Vietnam des années 1990, les recompositions territoriales étaient amplifiées par les changements qui affectaient les cadres politique, institutionnel et économique : ouverture à l'économie de marché, décollectivisation de l'agriculture, réformes foncières, etc. De telles situations, mouvantes, instables, sont riches d'enseignements car elles révèlent les dysfonctionnements, et sont source d'initiatives, d'innovations afin de résoudre des problèmes de coordination entre groupes d'acteurs qui gèrent des ressources sur des territoires communs.

Notre contribution aux débats scientifiques en cours s'articule autour d'un cadre théorique d'analyse des transitions agraires. L'analyse du passage d'une agriculture collectiviste à une agriculture familiale, apporte des éléments de méthode pour aborder une autre transition agraire qui se déroule actuellement en Asie du Sud-Est. Cette profonde transformation sociétale, marque le passage d'une société agraire – pour laquelle l'agriculture représente à la fois l'occupation principale, l'activité économique la plus importante et l'idéologie dominante du développement rural – à une société fondée de façon croissante sur la production industrielle et les services. Notre objectif consiste notamment à réconcilier des démarches ascendantes d'analyse des pratiques d'acteurs et de leur impact sur le milieu, avec des démarches descendantes qui s'appuient sur l'analyse de structures territoriales et de leurs dynamiques considérées comme des signatures spatiales des activités humaines. Nous proposons des pistes de réflexion sur ce qui peut contribuer à structurer des équipes interdisciplinaires travaillant sur

ces objets de recherche mais aussi ce qui permet d'établir des relais entre les démarches de connaissance et les démarches d'action : soucis de formalisation, exigences de théorisation et outils de modélisation appropriés. En situation d'incertitude, la posture d'accompagnement s'est révélée bien adaptée à la compréhension des changements agro-environnementaux en cours et à la gouvernance d'une nouvelle transition agricole, intentionnelle cette fois, vers un développement durable.